

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60819-2

Première édition
First edition
2001-07

Papiers non cellulosiques à usages électriques –

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

Non-cellulosic papers for electrical purposes –

**Part 2:
Methods of test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60819-2:2001

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**

60819-2

Première édition
First edition
2001-07

Papiers non cellulosiques à usages électriques –

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

Non-cellulosic papers for electrical purposes –

**Part 2:
Methods of test**

© IEC 2001 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
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Remarques générales sur les essais	8
4 Epaisseur	10
5 Grammage (masse par unité de surface, masse de référence ou grammage)	10
6 Facteur de dissipation et permittivité	10
7 Résistance à la traction et à l'allongement	12
8 Résistance au déchirement des bords	12
8.1 Appareil d'essai	12
8.2 Eprouvettes	12
8.3 Procédure	14
8.4 Résultats	14
9 Rétreint après chauffage dans l'air	14
9.1 Appareil d'essai	14
9.2 Eprouvettes	14
9.3 Procédure	16
9.4 Résultats	9
10 Rigidité diélectrique	16
10.1 Appareil	16
10.2 Eprouvettes	16
10.3 Procédure	18
10.4 Résultats	18
11 Conductivité de l'extrait aqueux	18
11.1 Appareil d'essai	18
11.2 Réactifs	18
11.3 Procédure	20
12 Pourcentage d'humidité	22
13 Perte de masse par calcination (LOI)	22
Figure 1 – Etrier de déchirement des bords	24

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 General notes on tests	9
4 Thickness.....	11
5 Grammage (mass per unit area, basic mass).....	11
6 Dissipation factor and permittivity	11
7 Tensile strength and elongation.....	13
8 Edge-tearing resistance.....	13
8.1 Test apparatus	13
8.2 Test pieces.....	13
8.3 Procedure	15
8.4 Results.....	15
9 Shrinkage due to heating in air	15
9.1 Test apparatus	15
9.2 Test pieces.....	15
9.3 Procedure	17
9.4 Results.....	9
10 Electric strength	17
10.1 Apparatus.....	17
10.2 Test pieces.....	17
10.3 Procedure	19
10.4 Results.....	19
11 Conductivity of aqueous extract.....	19
11.1 Test apparatus	19
11.2 Reagents.....	19
11.3 Procedure.....	21
12 Percentage of moisture content	23
13 Loss of mass on ignition (LOI)	23
Figure 1 – Edge-tearing stirrup	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PAPIERS NON CELLULOSIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60819-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/1183/FDIS	15C/1238/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NON-CELLULOSIC PAPERS FOR ELECTRICAL PURPOSES –**Part 2: Methods of test**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60819-2 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

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

FDIS	Report on voting
15C/1183/FDIS	15C/1238/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale fait partie d'une série traitant des papiers non cellulosiques à usages électriques.

Cette série comporte trois parties:

Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 60819-1)

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 60819-2)

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 60819-3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60819-2:2001

INTRODUCTION

This International Standard is one of a series which deals with non-cellulosic papers for electrical purposes.

The series consists of three parts:

Part 1: Definitions and general requirements (IEC 60819-1)

Part 2: Methods of test (IEC 60819-2)

Part 3: Specifications for individual materials (IEC 60819-3)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60819-2:2001

PAPIERS NON CELLULOSIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60819 contient les méthodes d'essai à utiliser pour essayer les papiers non cellulosiques à usages électriques, satisfaisant aux exigences prescrites dans les feuilles de spécifications de la CEI 60819-3.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60819. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60819 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthode d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60250:1969, *Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises)*

CEI 60819-3 (toutes les parties), *Spécification pour papiers non cellulosiques à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux*

ISO 186:1994, *Papier et carton – Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne*

ISO 534:1988, *Papier et carton – Détermination de l'épaisseur et de la masse volumique des feuilles uniques ou des feuilles en liasse*

ISO 536:1995, *Papier et carton – Détermination du grammage*

ISO 1924 (toutes les parties), *Papier et carton – Détermination des propriétés de traction*

3 Remarques générales sur les essais

Dans cette norme, il est en plusieurs endroits fait référence aux publications ISO, suivies d'une brève description de la méthode utilisée. Il faut comprendre que cette brève description est uniquement un moyen d'identification et qu'il convient de prendre toutes les informations dans la publication ISO elle-même.

Dans cette norme, on utilise les définitions relatives aux termes «échantillon» et «éprouvette», telles qu'elles sont définies dans l'ISO 186.

- échantillon: rectangle de papier ou de planche découpé aux dimensions données, prélevées dans des feuilles issues de lots identifiés.

NOTE Adaptée de 3.4 de l'ISO 186.

- éprouvette: quantité de papier ou de planche sur laquelle on réalise la détermination, conformément à la méthode d'essai. Elle peut provenir d'un échantillon; dans certains cas elle peut être l'échantillon lui-même.

NOTE Adaptée de 3.6 de l'ISO 186.

NON-CELLULOSIC PAPERS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 2: Methods of test

1 Scope

This part of IEC 60819 contains the test methods to be used in testing non-cellulosic papers for electrical purposes to meet the requirements prescribed in the specification sheets of IEC 60819-3.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60819. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60819 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60250:1969, *Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC 60819-3 (all parts), *Specification for non-cellulosic papers for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials*

ISO 186:1994, *Paper and board – Sampling to determine average quality*

ISO 534:1988, *Paper and board – Determination of thickness and apparent bulk density or apparent sheet density*

ISO 536:1995, *Paper and board – Determination of grammage*

ISO 1924 (all parts), *Paper and board – Determination of tensile properties*

3 General notes on tests

In this standard, reference is made in several places to ISO publications accompanied by a short description of the method used. It is to be understood that this short description is meant for identification purposes only and that all details should be taken from the ISO publication itself.

In this standard, the definitions of “specimen” and “test piece” as defined in ISO 186 are used.

- specimen: a rectangle of paper or board cut to given dimensions from sheets drawn from selected units.

NOTE Adapted from 3.4 of ISO 186.

- test piece: the quantity of paper or board on which the determination is carried out in accordance with the method of test. It may be taken from a specimen; in some instances it may be the specimen itself.

NOTE Adapted from 3.6 of ISO 186.

3.1 Sauf spécification contraire, découper l'échantillon et conditionner les éprouvettes, pendant au moins 16 h, dans une atmosphère à $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à $(50 \pm 5) \%$ d'humidité relative. Réaliser les essais sur les éprouvettes dans cette atmosphère.

3.2 En cas de contestation utiliser le mode opératoire suivant.

Avant le conditionnement, sécher tous les échantillons à la température de $70 ^\circ\text{C}$, pour les amener à un taux d'humidité inférieur à 4 %. Conditionner ces échantillons pendant au moins 18 h dans une atmosphère à $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ et à $(50 \pm 2) \%$ d'humidité relative.

Sauf spécification contraire, réaliser les essais sur trois échantillons.

4 Epaisseur

4.1 Mesurer l'épaisseur sur une seule feuille éprouvette, conformément à l'ISO 534, en utilisant un micromètre à cadran de précision qui applique à l'éprouvette une charge statique équivalente à $(100 \pm 10) \text{ kPa}$.

4.2 Exceptions à l'ISO 534

- Faire une détermination sur chacune des trois éprouvettes conditionnées.
- Prendre la valeur centrale comme résultat de l'épaisseur d'une seule feuille; les deux autres déterminations doivent être notées.
- Utiliser le millimètre comme unité pour l'épaisseur.
- L'information concernant l'écart type est facultative.

5 Grammage (masse par unité de surface, masse de référence ou grammage)

5.1 Mesurer le grammage conformément à l'ISO 536.

Principe: La surface de chaque éprouvette et sa masse sont mesurées sur des éprouvettes conditionnées. On calcule la masse par unité de surface.

5.2 Exceptions à l'ISO 536

- Ne pas tenir compte des articles 5 et 6.
- Réaliser une détermination sur chacune des trois éprouvettes conditionnées dont la surface n'est pas inférieure à $0,05 \text{ m}^2$.
- Déterminer la masse avec une précision de 0,5 %.
- Prendre la valeur centrale comme résultat; noter les deux autres valeurs.

6 Facteur de dissipation et permittivité

6.1 Utiliser des appareils qui sont appropriés pour mesurer le facteur de dissipation et la permittivité décrits dans la CEI 60250. Essayer au moins trois échantillons. Sauf spécification contraire, conditionner les éprouvettes comme en 3.1.

6.2 Sauf spécification contraire, faire les essais à température ambiante conformément à 3.1, en utilisant une tension alternative à fréquence fixée comprise entre 48 Hz et 62 Hz, conduisant à une contrainte approximative de $0,4 \text{ MV/m}$.

6.3 Noter les valeurs médianes du facteur de dissipation et de la permittivité.

3.1 Unless otherwise specified, cut the specimen and condition the test pieces for not less than 16 h in an atmosphere of $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 5) \% \text{ r.h.}$ Perform the tests on the test pieces in this atmosphere.

3.2 In cases of dispute use the following procedure.

Prior to conditioning, dry all specimens at $70 ^\circ\text{C}$ to a moisture content below 4 %. Condition these pieces for a minimum of 18 h at $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ and $(50 \pm 2) \% \text{ r.h.}$

Unless otherwise specified, make tests on three specimens.

4 Thickness

4.1 Measure thickness on a single test piece in accordance with ISO 534 using a precision dial micrometer that applies to the test piece a static load equivalent to $(100 \pm 10) \text{ kPa}$.

4.2 Exceptions to ISO 534

- Make one determination on each of the three conditioned test pieces.
- Take the central value as the result of the thickness of a single sheet; the other two determinations shall be reported.
- Use the millimetre as the unit of thickness.
- Reporting of the standard deviation is optional.

5 Grammage (mass per unit area, basic mass)

5.1 Measure the grammage in accordance with ISO 536.

Principle: The area of each test piece and its mass are measured on conditioned test pieces. Mass per unit area is calculated.

5.2 Exceptions to ISO 536

- Ignore clauses 5 and 6.
- Make one determination on each of the three conditioned test pieces having an area of not less than $0,05 \text{ m}^2$.
- Determine the mass to an accuracy of 0,5 %.
- Take the central value as the result; report the other two values.

6 Dissipation factor and permittivity

6.1 Use any appropriate apparatus described in IEC 60250 for measurement of dissipation factor and permittivity. Test at least three specimens. Unless otherwise specified, condition test pieces as per 3.1.

6.2 Unless otherwise specified, test at room temperature in accordance with 3.1 using alternating voltage at a frequency between 48 Hz and 62 Hz which provides a stress of approximately 0,4 MV/m.

6.3 Report the median values for dissipation factor and permittivity.

7 Résistance à la traction et à l'allongement

7.1 Sauf spécification contraire dans les feuilles particulières de la CEI 60819-3, déterminer la résistance à la traction et l'allongement, conformément à l'ISO 1924.

Principe: Des éprouvettes ayant approximativement 15 mm de largeur et 250 mm de longueur, découpées dans chacune des directions principales du papier, sont conditionnées, placées dans la machine d'essai de traction et soumises à des forces de traction suffisantes pour provoquer leur rupture.

7.2 Exceptions à l'ISO 1924

- Essayer neuf éprouvettes découpées de telle façon que la plus grande longueur soit parallèle au sens machine du papier. Les résultats obtenus constituent la résistance à la traction dans le sens machine.
- Essayer neuf éprouvettes découpées de telle façon que la plus grande longueur soit parallèle au sens transverse du papier. Les résultats obtenus constituent la résistance à la traction dans le sens transverse.
- Prendre la valeur centrale des neuf déterminations comme résultat pour chaque direction.
- Noter la valeur la plus élevée et la valeur la plus basse.
- A titre de variante, les résultats peuvent s'exprimer par une longueur de rupture, en mètres et arrondie à la tranche de 100 m la plus proche.

8 Résistance au déchirement des bords

8.1 Appareil d'essai

L'appareil d'essai est composé

- d'un étrier de déchirement du bord (voir figure 1);
- d'une plaque portant une encoche en V, ayant $(1,25 \pm 0,05)$ mm d'épaisseur, destinée à être utilisée avec l'étrier;
- d'une plaque portant une encoche en V, ayant $(2,50 \pm 0,05)$ mm d'épaisseur, destinée à être utilisée avec l'étrier;
- d'une machine d'essai de traction conforme à l'article 7.

8.2 Eprouvettes

Découper neuf éprouvettes, ayant 15 mm à 25 mm de largeur et au moins 250 mm de longueur de façon que la plus grande longueur soit parallèle au sens machine du papier. Les repérer comme étant les éprouvettes sens machine.

Découper neuf éprouvettes supplémentaires ayant les mêmes dimensions mais avec la plus grande longueur parallèle à la direction du sens transverse du papier. Les repérer comme étant les éprouvettes sens transverse.

Examiner les bords de chacune des éprouvettes. Rejeter et remplacer toute éprouvette présentant une entaille, ou un autre défaut provoqué par la découpe et qui pourrait influencer les résultats d'essai.

Conditionner et essayer toutes les éprouvettes conformément à 3.1.

7 Tensile strength and elongation

7.1 Determine tensile strength and elongation in accordance with ISO 1924 unless otherwise specified in the specific sheets of IEC 60819-3.

Principle: Test pieces approximately 15 mm wide and 250 mm long, cut in each of the principal directions of the paper, are conditioned, clamped in a tension-testing machine, and exposed to tensile forces sufficient to cause the test piece to break.

7.2 Exceptions to ISO 1924

- Test nine test pieces cut so that the long dimension is parallel to the machine direction of the paper. These results are MD tensile strength.
- Test nine test pieces cut so that the long dimension is parallel to the cross direction of the paper. These results are CD tensile strength.
- Take the central value of the nine determinations as the result for each direction.
- Report the highest and the lowest values.
- Alternatively, the results may be expressed as breaking strength in metres rounded off to the nearest 100 m.

8 Edge-tearing resistance

8.1 Test apparatus

The test apparatus consists of

- an edge-tear stirrup frame (see figure 1);
- a V-notched plate with a thickness of $(1,25 \pm 0,05)$ mm, for use with the stirrup frame;
- a V-notched plate with a thickness of $(2,50 \pm 0,05)$ mm, for use with the stirrup frame;
- a tension-testing machine in accordance with clause 7.

8.2 Test pieces

Cut nine test pieces 15 mm to 25 mm wide and at least 250 mm long in such a way that the long direction is parallel to the machine direction of the paper. Label these as MD test pieces.

Cut nine additional test pieces having the same dimensions but with the long direction parallel to the cross direction of the paper. Label these as CD test pieces.

Examine the edges of each test piece. Discard and replace any test pieces which contain a nick or other defects due to the cutting that would influence the test results.

Condition and test all test pieces in accordance with 3.1.

8.3 Procédure

Si des papiers ayant une épaisseur de 0,75 mm ou moins doivent être essayés, fixer la plaque de 1,25 mm à l'armature de l'étrier prévu pour déchirer les bords. Si des papiers plus épais doivent être essayés, fixer la plaque de 2,50 mm d'épaisseur.

Fixer la partie effilée de l'armature de l'étrier à la pince inférieure (voir note) de la machine d'essai en traction, de façon que

- l'axe vertical de l'étrier coïncide avec la ligne reliant les points milieu des pinces supérieure et inférieure de la machine d'essai,
- les côtés de l'encoche en V soient situés symétriquement par rapport à la ligne reliant les points milieu des pinces.

NOTE L'armature de l'étrier peut être fixée à la pince supérieure si nécessaire. Cette disposition nécessite de calibrer de nouveau le point zéro de la machine pour compenser la masse de l'assemblage de l'étrier.

Placer la pince inférieure de la machine de façon que le bord inférieur de la pince supérieure soit situé à 90 mm environ au-dessus de la plaque avec l'encoche en V.

Enfiler l'éprouvette au travers de l'étrier, sous la plaque, et réunir les deux extrémités et les fixer dans la pince supérieure. Ce mode opératoire éliminera la plupart du mou existant dans la bande de papier. Prendre soin de ne pas appliquer la moindre force de déchirement à l'éprouvette pendant cette étape du mode opératoire.

Au départ mettre en charge très lentement l'éprouvette, de façon à minimiser les contraintes anormales dues aux effets de l'inertie. Régler la vitesse d'application de la charge pour produire le déchirement dans les 5 s à 15 s.

Au moment de l'observation du premier déchirement de la bande de papier, noter la valeur de la charge, en newtons (N).

8.4 Résultats

Noter les valeurs centrales pour chacune des deux directions du papier. Inclure la largeur et l'épaisseur des éprouvettes et la vitesse d'application de la charge. L'unité pour la résistance au déchirement des bords est le newton (N).

Noter la valeur la plus élevée et la plus basse.

9 Rétreint après chauffage dans l'air

9.1 Appareil d'essai

L'appareil d'essai est composé

- d'un appareil capable de mesurer des distances de 250 mm avec une précision de $\pm 0,2$ mm;
- d'une étuve contrôlée en température, maintenant la température de l'air de l'étuve à ± 5 °C près, pour n'importe quel réglage de température compris entre 130 °C et 300 °C.

9.2 Eprouvettes

Découper trois éprouvettes rectangulaires, ayant chacune des dimensions supérieures à 245 mm sur un quelconque de ses côtés. Un des côtés doit être parallèle au sens machine du papier.

Marquer chaque éprouvette de façon à identifier le sens machine.

8.3 Procedure

If papers having a thickness of 0,75 mm or less are to be tested, attach the 1,25 mm thick plate to the edge tear stirrup frame. If thicker papers are to be tested, attach the 2,50 mm thick plate.

Fasten the thin tang of the stirrup frame in the lower clamp (see note) of the tension-testing machine so that

- the vertical centre line of the stirrup coincides with the line connecting the mid-points of the upper and lower clamps of the testing machine, and
- the sides of the V-notch are symmetrically located relative to the line through the mid-points of the clamps.

NOTE The stirrup frame may be fastened to the upper clamp, if desired. This arrangement will require re-calibration of the zero point of the machine to compensate for the mass of the stirrup assembly.

Place the lower clamp of the machine such that the lower edge of the upper clamp is about 90 mm above the V-notched plate.

Thread the test piece through the stirrup, under the plate, and bring the two ends together and fasten them in the upper clamp. This procedure will result in the elimination of most of the slack in the strip. Take care not to apply any tearing forces to the test piece during this step of the procedure.

Make the application of the first increments of load to the test piece very slowly so as to minimize abnormal strains due to inertia effects. Adjust the applied load to a rate that will produce tearing within 5 s to 15 s.

At the time of observation of the first tearing in the strip, record the load in newtons (N).

8.4 Results

Report the central values for each of the two directions of the paper. Include the width and thickness of the test pieces and the rate of loading. The unit for edge-tearing resistance is the newton (N).

Report the highest and lowest values.

9 Shrinkage due to heating in air

9.1 Test apparatus

The test apparatus consists of

- an instrument capable of measuring 250 mm distances to within $\pm 0,2$ mm;
- a temperature-controlled oven that maintains air within the oven within ± 5 °C at any set temperature between 130 °C and 300 °C.

9.2 Test pieces

Cut three rectangular test pieces, each having a dimension greater than 245 mm on any edge. One edge shall be parallel to the machine direction of the paper.

Mark each test piece so as to identify the machine direction.

9.3 Procédure

- a) Avant de mesurer toute dimension, conditionner toutes les éprouvettes, conformément à 3.1, et les placer ensuite sur une surface plane et lisse se trouvant dans une pièce ou dans une enceinte maintenue à l'atmosphère de conditionnement.
- b) Mesurer et noter les dimensions de chaque éprouvette dans le sens machine et transverse.
- c) Régler l'étuve à la température spécifiée dans la CEI 60819-3 et attendre l'équilibre thermique.
- d) Placer les éprouvettes dans l'étuve de façon qu'elles soient suspendues verticalement, avec un petit poids attaché en bas de chacune d'elles pour minimiser les torsades pendant le séjour à la chaleur.
- e) Mesurer le temps écoulé depuis le début de l'exposition, décompté à partir de l'instant où l'étuve a atteint l'équilibre thermique.
- f) Après une durée d'exposition de (40 ± 1) min, enlever les éprouvettes et les laisser refroidir dans un dessiccateur.
- g) Après un séjour de 4 h dans le dessiccateur, déterminer à nouveau les dimensions de chacune des éprouvettes, pour chaque direction, et conformément à 9.3.
- h) Calculer comme suit en pour-cent le rétreint dans le sens machine pour chaque éprouvette:

$$\frac{(\text{dimension dans le sens machine avant chauffage}) - (\text{dimension dans le sens machine après chauffage})}{(\text{dimension dans le sens machine avant chauffage})} \times 100$$

- i) Calculer en pour-cent le rétreint dans le sens transverse pour chaque éprouvette, en remplaçant les dimensions du sens machine par les dimensions dans le sens transverse, selon 9.3h).

9.4 Résultats

Prendre comme résultat la valeur centrale des trois valeurs, pour chaque direction. Noter les deux autres valeurs du pourcentage de rétreint pour chaque direction.

Identifier la température d'exposition utilisée.

10 Rigidité diélectrique

10.1 Appareil

Mesurer la rigidité diélectrique en utilisant l'appareil conforme à l'article 7 de la CEI 60243-1. Les électrodes préférentielles sont les électrodes 25/75 mm, décrites en 4.1.1.1 de la CEI 60243-1. Si les éprouvettes ont des dimensions trop petites pour pouvoir utiliser ces électrodes, il est possible d'utiliser les électrodes ayant 6 mm de diamètre décrites en 4.1.2 de la CEI 60243-1.

Utiliser des électrodes qui sont parallèles et exemptes de trous ou autres imperfections.

10.2 Eprouvettes

Conditionner toutes les éprouvettes conformément à 3.1, avant essai.

Les éprouvettes doivent avoir une surface suffisamment grande pour éviter un contournement.

A partir de chaque échantillon, préparer une ou plusieurs éprouvettes de surface suffisante pour effectuer au total neuf mesures de tension de claquage.

9.3 Procedure

- a) Before measuring any dimension, condition all test pieces in accordance with 3.1 and then place them upon a smooth flat surface located in a room or chamber maintained at the conditioning atmosphere.
- b) Measure and record the dimensions of each test piece in the machine and cross-directions.
- c) Set the oven to the temperature specified in IEC 60819-3 and allow it to come to thermal equilibrium.
- d) Place the test pieces in the oven in such a way that each is suspended vertically in the chamber with a light weight attached to the bottom of each test piece to minimize curling during the heat exposure.
- e) Count the beginning of exposure time from the time at which the oven has reached thermal equilibrium.
- f) After an exposure time of (40 ± 1) min, remove and let the test pieces cool in a dessicator.
- g) After a time of 4 h in the dessicator, repeat the determination of the dimensions in each direction on each test piece in accordance with 9.3.
- h) Calculate in per cent the shrinkage MD for each test piece as follows:

$$\frac{(\text{MD dimension before heating}) - (\text{MD dimension after heating}) \times 100}{(\text{MD dimension before heating})}$$

- i) Calculate in per cent the shrinkage CD for each test piece by substituting the CD dimensions for the MD dimensions of 9.3h).

9.4 Results

Take the central value of the three values in each direction as the result. Report the other two values of percentage shrinkage for each direction.

Identify the exposure temperature used.

10 Electric strength

10.1 Apparatus

Measure the electric strength using the apparatus in accordance with clause 7 of IEC 60243-1. The preferred electrodes are the 25/75 mm electrodes described in 4.1.1.1 of IEC 60243-1. In cases where the test pieces have dimensions too small for use by these electrodes it is permissible to use the 6 mm diameter electrodes of 4.1.2 of IEC 60243-1.

Use electrodes that are parallel and free from pits or other imperfections.

10.2 Test pieces

Condition all test pieces in accordance with 3.1 prior to testing.

Area dimensions of each test piece shall be large enough to prevent flashover around the test piece.

From each specimen prepare one or more test pieces having sufficient area to obtain a total of nine breakdown voltage readings.

10.3 Procédure

Mesurer et noter l'épaisseur de chaque éprouvette conformément à l'article 4.

Faire neuf essais de claquage dans l'air conformément à 9.1 de la CEI 60243-1. Noter la tension de chaque claquage.

Comme critère de claquage, utiliser l'article 10 de la CEI 60243-1.

10.4 Résultats

Calculer la rigidité diélectrique de chaque éprouvette, en prenant le quotient de la tension de claquage par l'épaisseur mesurée.

Noter conformément à l'article 12 de la CEI 60243-1.

Noter la valeur la plus basse, la valeur centrale et la valeur maximale.

Noter la rigidité diélectrique en kilovolts par millimètre (kV/mm) ou en mégavolts par mètre (MV/m).

Noter les dimensions des électrodes utilisées.

11 Conductivité de l'extrait aqueux

11.1 Appareil d'essai

L'appareil d'essai est composé

- d'une cellule de conductivité avec une constante connue de cellule;
- d'un appareil de mesure pouvant déterminer la conductance pour une valeur minimale de $1 \mu\text{S}$, avec une précision de 5 %, pour une gamme de fréquences comprises entre 50 Hz et 3 000 Hz. A titre de variante, on peut mesurer la résistance avec la même précision;
- de flacons en verre résistant aux acides et aux bases, ayant une capacité de 250 ml, à large goulot de forme conique;
- d'un condenseur à reflux, en verre, résistant aux acides et aux bases, pouvant être utilisé avec le flacon à large goulot décrit ci-dessus;
- d'une balance analytique pouvant peser jusqu'à $\pm 0,05 \text{ g}$.

11.2 Réactifs

Eau distillée ou eau déionisée, satisfaisant à toutes les caractéristiques suivantes à 25 °C:

- résistivité volumique supérieure à $0,01 \text{ M}\Omega\text{m}$;
- pH compris entre 6,20 et 7,50;
- concentration totale en masse de solide inférieure à 10^{-6} .

10.3 Procedure

Measure and record the thickness of each test piece in accordance with clause 4.

Make nine breakdown tests in air in accordance with 9.1 of IEC 60243-1. Record the voltage for each breakdown.

For criterion of breakdown, use clause 10 of IEC 60243-1.

10.4 Results

Calculate the electric strength for each test piece by dividing the breakdown voltage by the measured thickness.

Report in accordance with clause 12 of IEC 60243-1.

Report the maximum, central and lowest values.

Report the electric strength in kilovolts per millimetre (kV/mm) or as megavolts per metre (MV/m).

Report the dimensions of the electrodes used.

11 Conductivity of aqueous extract

11.1 Test apparatus

The test apparatus consists of

- a conductivity cell with a known cell constant;
- a measuring instrument capable of determining conductance to a minimum value of 1 μS with an accuracy of 5 % in the frequency range 50 Hz to 3 000 Hz. Alternatively, the resistance may be measured with the same accuracy;
- flasks, glass, acid- and alkali-resistant, 250 ml capacity, wide mouth, conical;
- reflux condenser, glass, acid- and alkali-resistant, for use with the wide-mouth flasks above;
- analytical balance capable of weighing to $\pm 0,05$ g.

11.2 Reagents

Distilled or deionized water that meets all of the following requirements at 25 °C:

- volume resistivity greater than 0,01 M Ωm ;
- pH between 6,20 and 7,50;
- total mass fraction of solids less than 10^{-6} .

11.3 Procédure

NOTE Il est essentiel que tous les échantillons, éprouvettes, appareils et réactifs soient manipulés et stockés de façon telle qu'ils ne soient pas contaminés par contact avec des mains ou par exposition à des atmosphères contaminantes qui peuvent exister dans un laboratoire de chimie.

- a) Faire toutes les déterminations sur le matériau en l'état de réception.
- b) Faire une mesure de conductance sur trois extraits différents.
- c) Vérifier que le flacon de verre destiné à contenir l'extrait aqueux pendant la mesure de conductance est adapté à la méthode. Une des procédures pour effectuer cette vérification est la suivante.
- d) De la réserve en eau distillée, verser approximativement 125 ml d'eau dans le flacon en verre qui est prévu pour contenir l'extrait aqueux pendant la mesure de la conductance. Mettre en place le condenseur à reflux.
- e) Faire bouillir cette eau pendant 60 min environ.
- f) Boucher le flacon pour éviter l'absorption de dioxyde de carbone et laisser refroidir le contenu à la température ambiante.
- g) Si la conductivité dépasse 200 $\mu\text{S/m}$, répéter l'opération avec le même flacon, ou avec un autre flacon. Si la conductivité est inférieure à 200 $\mu\text{S/m}$, le flacon peut être utilisé. Utiliser uniquement des flacons conformes au critère indiqué ci-dessus. Noter la valeur correspondant à la détermination de la conductance du contenu du flacon et l'utiliser comme valeur pour la conductance de l'essai à blanc, dans le calcul de 11.4.
- h) Sur un échantillon de 20 g, découper des éprouvettes de 10 mm $\times$ 10 mm environ.
- i) Peser ($5,0 \pm 0,5$) g de ce papier et les introduire dans le flacon à large goulot sur lequel on vient placer un condenseur à reflux.
- j) Ajouter 100 ml d'eau distillée.
- k) Chauffer le flacon jusqu'à ébullition et laisser bouillir doucement.
- l) Après avoir laissé bouillir doucement pendant 60 min environ, enlever le flacon et son contenu de la source de chaleur.
- m) Enlever le condenseur à reflux et boucher le flacon pour éviter l'absorption de dioxyde de carbone provenant de l'air.
- n) Refroidir à la température ambiante.
- o) Verser quelques millilitres d'extrait de façon rincer les électrodes de la cellule de conductivité en opérant de telle sorte que le liquide coule dans le flacon, dans lequel a été faite la détermination à blanc.
- p) Rincer le flacon avec une petite quantité d'extrait et jeter ce liquide.
- q) Répéter ce processus de rinçage deux fois, puis aussi rapidement que possible, transférer l'extrait restant dans le flacon, et mesurer la conductance à la température de ($23 \pm 0,5$) °C.

11.4 Calculer la conductivité de l'extrait aqueux de la façon suivante:

$$\gamma = K (G_1 - G_2)$$

où

γ est la conductivité de l'extrait aqueux en microsiemens par mètre ($\mu\text{S/m}$);

K est la constante de cellule, en unité m^{-1} ;

G_1 est la conductance de l'extrait aqueux en microsiemens (μS);

G_2 est la conductance de l'essai à blanc en microsiemens (μS).

Noter la valeur moyenne comme résultat.

Noter la conductivité la plus élevée et la plus basse.