

INTERNATIONAL
STANDARD

IEC
CEI

NORME
INTERNATIONALE

61628-2

Edition 1.1

2007-07

Edition 1:1998 consolidated with amendment 1:2007
Edition 1:1998 consolidée par l'amendement 1:2007

**Corrugated pressboard and presspaper
for electrical purposes –**

**Part 2:
Methods of test**

**Cartons et papiers comprimés ondulés
à usages électriques –**

**Partie 2:
Méthodes d'essais**



Reference number
Numéro de référence
IEC/CEI 61628-2:1998+A1:2007



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

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

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

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

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

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

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

**INTERNATIONAL
STANDARD**

**IEC
CEI**

**NORME
INTERNATIONALE**

61628-2

Edition 1.1

2007-07

Edition 1:1998 consolidated with amendment 1:2007
Edition 1:1998 consolidée par l'amendement 1:2007

**Corrugated pressboard and presspaper
for electrical purposes –**

**Part 2:
Methods of test**

**Cartons et papiers comprimés ondulés
à usages électriques –**

**Partie 2:
Méthodes d'essais**



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE
CODE PRIX **CC**

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative reference.....	6
3 General note on tests.....	6
4 Type and dimension of corrugation.....	6
5 Moisture content.....	8
6 Dimensional changes on drying.....	8
7 Compressive strength and compression modulus.....	9
8 Conductivity of aqueous extract.....	11
Figure 1 – Different types of corrugation.....	12
Figure 2 – Positioning of the test specimen.....	13
Figure 3 – Test specimen holder – Side view.....	13
Figure 4 – Curve of deflection versus force.....	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CORRUGATED PRESSBOARD AND PRESSPAPER
FOR ELECTRICAL PURPOSES –****Part 2: Methods of 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 61628-2 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

This consolidated version of IEC 61628-2 consists of the first edition (1998) [documents 15C/992/FDIS and 15C/1008/RVD] and its amendment 1 (2007) [documents 15/293/CDV and 15/340/RVC].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment(s) and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

www.international-electrotechnical-commission.org

INTRODUCTION

This part of IEC 61628 is one of a series which deals with corrugated pressboard and presspaper for electrical purposes.

This series consists of three parts:

- IEC 61628-1:1997, *Corrugated pressboard and presspaper for electrical purposes – Part 1: Definitions, designations and general requirements*
- IEC 61628-2:1998, *Corrugated pressboard and presspaper for electrical purposes – Part 2: Methods of test*
- IEC 61628-3,— *Corrugated pressboard and presspaper for electrical purposes – Part 3: Specification for individual materials* (under consideration)

.....

CORRUGATED PRESSBOARD AND PRESSPAPER FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 2: Methods of test

1 Scope

This part of IEC 61628 gives methods of test applicable for the materials classified in IEC 61628-1.

2 Normative reference

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 60641-2:2004, *Pressboard and presspaper for electrical purposes – Part 2: Methods of test*

3 General note on tests

It is recommended to use a high-speed band saw with a cut width less than 1 mm to make the test specimens. The burrs made by cutting should be carefully removed.

Unless otherwise specified, the test specimens after being cut, shall be conditioned according to IEC 60641-2.

4 Type and dimension of corrugation

The shape and type of corrugation are defined by wavelength, maximum amplitude, the length of horizontal parts, angle of slope and the board thickness out of which the corrugated material is made (see figures 1a and 1b).

The following tests are made on the material as received.

4.1 Wavelength

4.1.1 Procedure

Cut at least three test samples, each test sample having a length greater than three complete wavelengths.

With a pencil, mark the starting line of the first wavelength and the end line of the last wavelength (minimum three wavelengths).

(The best starting and end line of a wavelength is the line of maximum amplitude for a sine type corrugation and the centre of a horizontal part in an angular type corrugation.)

Lay the test sample on a flat surface with no strain applied.

Measure with a ruler (precise to 0,5 mm) the distance between the pencil lines.

Divide the measured value by the number of wavelengths between the lines.

4.1.2 Results

Report the mean, minimum and maximum values of the measurements.

4.2 Amplitude

4.2.1 Procedure

Cut at least nine specimens, each being (100 ± 10) mm wide, and one-and-a-half to two wavelengths in length, so that two full bottom peaks are included.

Lay the test specimens on a flat surface with no strain applied.

With a gauge (precise to 0,1 mm), measure the distance between the highest point and the lowest point.

4.2.2 Results

Report the mean, minimum and maximum values of the measurements.

4.3 Length of horizontal parts of corrugation

4.3.1 Procedure

On at least three different corrugations, mark with a pencil the vertical projections of the theoretical points where the oblique parts of the corrugation meet the horizontal part. The pencil marks shall be positioned on a line in the direction of the corrugation wavelength. Measure the distance between the pencil marks with a calliper precise to 0,1 mm (distance E in figure 1b).

Repeat the measurements at the opposite side of the sheet to measure the distance D in figure 1b.

Because D and E may be intentionally different, both measurements shall be reported.

4.3.2 Results

Report for D and E the mean, minimum and maximum values of the measurements.

4.4 Angle of slope

4.4.1 Procedure

Cut at least three specimens, each being (100 ± 10) mm wide, and one-and-a-half to two wavelengths in length, so that two full bottom peaks are included.

Lay the test sample on a flat surface with no strain applied.

With an adequate protractor (precise to $0,5^\circ$), measure the two angles α of the central corrugation.

4.4.2 Results

Report the mean, minimum and maximum values of the measurements.

4.5 Thickness of board

4.5.1 Procedure

With an external screw type micrometer as described in IEC 60641-2, make at least nine different measurements of the board thickness with an accuracy of $\pm 0,01$ mm at points where the corrugation curve is flat, or in the area of the inflection point for a sine type corrugation.

NOTE Measures on the horizontal flat part should be avoided as the board thickness may have been affected by the direct action of the forming press when mechanical pressure has been used to manufacture the corrugated material.

4.5.2 Results

Report the mean, minimum and maximum values of the measurements.

5 Moisture content

Moisture content shall be determined according to IEC 60641-2.

6 Dimensional changes on drying

6.1 Change of amplitude

6.1.1 Procedure (see figure 2)

Cut three specimens (50 ± 5) mm wide and five wavelengths long and condition them according to IEC 60641-2.

Place the specimens on a flat steel plate the dimensions of which shall exceed the dimensions of the specimen by at least 50 mm. Place a second flat rigid plate of calibrated thickness T , 50 mm wide and of sufficient length to cover all the corrugations, on top of the specimen. The weight of this plate shall guarantee that all the corrugations are in flat contact with both top and bottom plate and shall be defined in the specification sheets of IEC 61628-3.

NOTE The weight of the plate can be adjusted by additional weights added on top of it.

If all the corrugations of any specimen are not in contact with top and bottom plate under this pre-load, the specimen shall be discarded.

The amplitude of the corrugation of the specimen is measured by means of a gauge precise to 0,1 mm with a semi-spherical sensor in the following way:

- lower the sensor of the gauge on to the bottom steel plate and adjust the pointer to zero;
- set the sensor on the top plate and read the measured values at three different points near the centre of the plate and form the mean of these three measures.

Record this value as value B for each specimen.

Remove and dry the test specimens in a ventilated oven at $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$ for (48 ± 1) h. After cooling at room temperature in a desiccator, repeat the measurements as above.

Record for each specimen the new value as C .

6.1.2 Calculation

The change of amplitude is calculated as a percentage of the original amplitude and is given by the formula:

$$\text{change of amplitude} = \frac{C - B}{B - T} \times 100$$

There is normally an increase of amplitude after drying.

6.1.3 Results

Report the mean value obtained. Minimum and maximum values should also be reported.

6.2 Lengthwise and crosswise dimensional changes

6.2.1 Procedure

Cut three specimens $(250 \pm 0,5) \text{ mm} \times (250 \pm 0,5) \text{ mm}$ and condition them according to IEC 60641-2. Place the specimen on a flat steel plate of at least $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$. A second flat rigid plate of the same dimension is placed on top of the specimen. Its mass, which will be defined in the specification sheets of IEC 61628-3, shall guarantee that all corrugations are in contact with both top and bottom plates.

Measure the lengthwise and crosswise dimensions with a calliper precise to 0,1 mm (or equivalent) at two different positions.

Record the mean value of the two measurements as the initial dimensions of the specimen.

Remove and dry the test specimens in a ventilated oven at $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$ for $(48 \pm 1) \text{ h}$. After cooling at room temperature in a desiccator, repeat the measurements as above.

6.2.2 Results

The dimensional changes lengthwise and crosswise are calculated for each specimen as the per cent change in dimensions from those of the original conditioned specimen. Report all calculated values and the means of the lengthwise and crosswise values.

7 Compressive strength and compression modulus

7.1 Purpose and principle of the test

The purpose of the test is to calculate the compressive strength and the compression modulus of the material when the corrugation is submitted to a force applied on the corrugation and perpendicular to the original plane of the corrugated material.

The perpendicular force is applied with the ends of the test specimens subjected to total restraint (see figure 3).

7.2 Test specimens

Cut five test specimens ($50 \pm 0,5$) mm wide and five full wavelengths long unless the wavelength is <10 mm, in which case a number of wavelengths to give a total length ≥ 50 mm shall be used. If the wavelength is >60 mm, it is permitted to use three full wavelengths instead of five. The ends of the test specimens are cut within 1 mm of the crest of a corrugation, or in case of an angular type corrugation, within 1 mm of the centre line of a flat horizontal part.

The two end cuts shall be parallel to the corrugation and to each other within 0,1 mm.

Condition the test specimens in accordance with IEC 60641-2.

7.3 Test apparatus

The test apparatus shall consist of:

- a compression tester which will measure and record graphically the applied force with an accuracy of ± 1 % and the crosshead movement with a magnification of at least 10 times. The crosshead speed shall be such that the end point of the test is reached within 10 s to 30 s;
- a test specimen holder, (an example is shown in figure 3);
- a pressure plate whose dimensions cover completely all the crests of the specimen's corrugations.

7.4 Procedure

- Place the test specimen in the test holder.
- Adjust the mobile end of the holder so that both ends touch evenly the ends of the test specimen without exerting any lateral force.
- Place the pressure plate on the test specimen.
- With a calliper precise to 0,1 mm, measure the distance L between the pressure plate and the bottom end part of the holder. Six measurements shall be made: three on each side of the test specimen, one at each end and one at the centre of each side. L shall be recorded as the mean value of these six measurements.

NOTE The pressure plate should be centred approximately on the test specimen and the pressure foot applied centrally to the pressure plate. The offset of the axis of the load application from the centre of the test specimen should be less than 5 mm.

- Record the force and the crosshead movement up to the point when the force increases sharply after collapse (see figure 4).

7.5 Calculation

The force of failure is the value of the force at the first turning point (maximum or point of inflection) at each force/movement graph.

The compressive strength of the test specimen is the force at failure divided by the projected area of the test specimen and is usually expressed in megapascals (MPa).

The compression modulus is calculated as follows:

On the graph (see figure 4) mark the points A and B where the force reaches 25 % and 50 % of the force at failure. Draw a straight line through A and B. This line crosses the deflection axis at point C, at a distance λ from the origin.

This value λ represents the settling of the test specimen when applying the force and is due to the unevenness of the corrugation.

Δl is the difference between the deflection of the test specimen at point B and the deflection at point A.

ΔF is the variation of the force between point B and point A.

The compression modulus is given by the formula:

$$\text{compression modulus} = \frac{\Delta F}{\frac{\Delta l}{L - \lambda}} \times S$$

The value is expressed in megapascals (MPa).

In this formula:

ΔF is the force at point B minus force at point A expressed in newtons (N);

Δl is the deflection at point B minus deflection at point A expressed in millimetres (mm);

λ is the deflection at point C expressed in millimetres (mm);

L is the mean corrugation height measured as stated above, expressed in millimetres (mm);

S is the projected area of the test piece, expressed in square millimetres (mm²).

7.6 Results

7.6.1 Compressive strength

Report the mean value as the result; the highest and lowest values are reported.

7.6.2 Compression modulus

Report the mean value as the result; the highest and lowest values are reported.

8 Conductivity of aqueous extract

The conductivity of aqueous extract shall be measured according to IEC 60641-2.

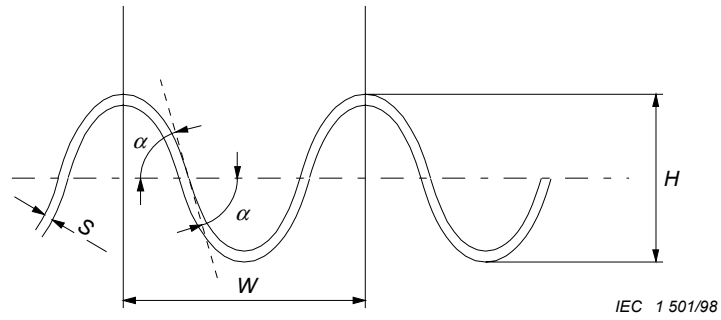


Figure 1a – Sine type corrugation

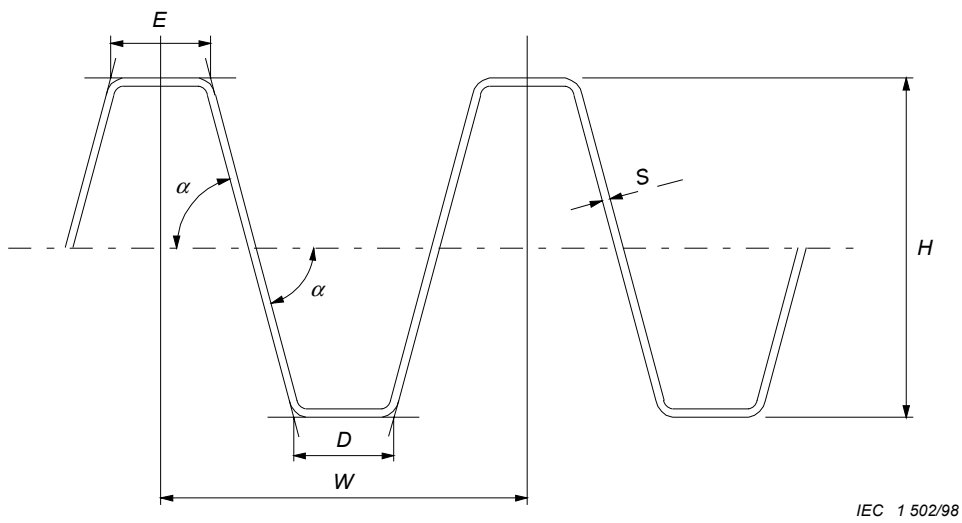
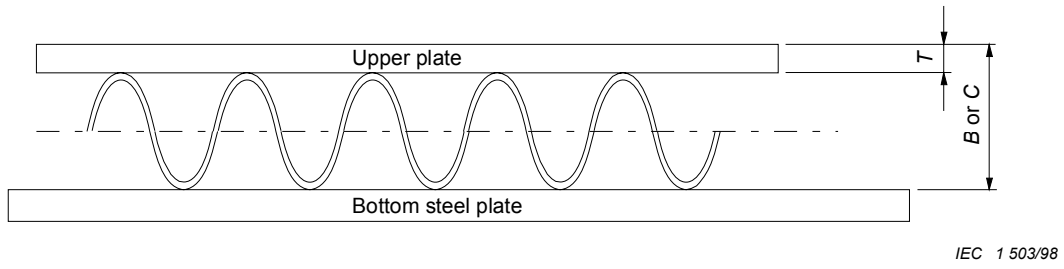


Figure 1b – Angular type corrugation

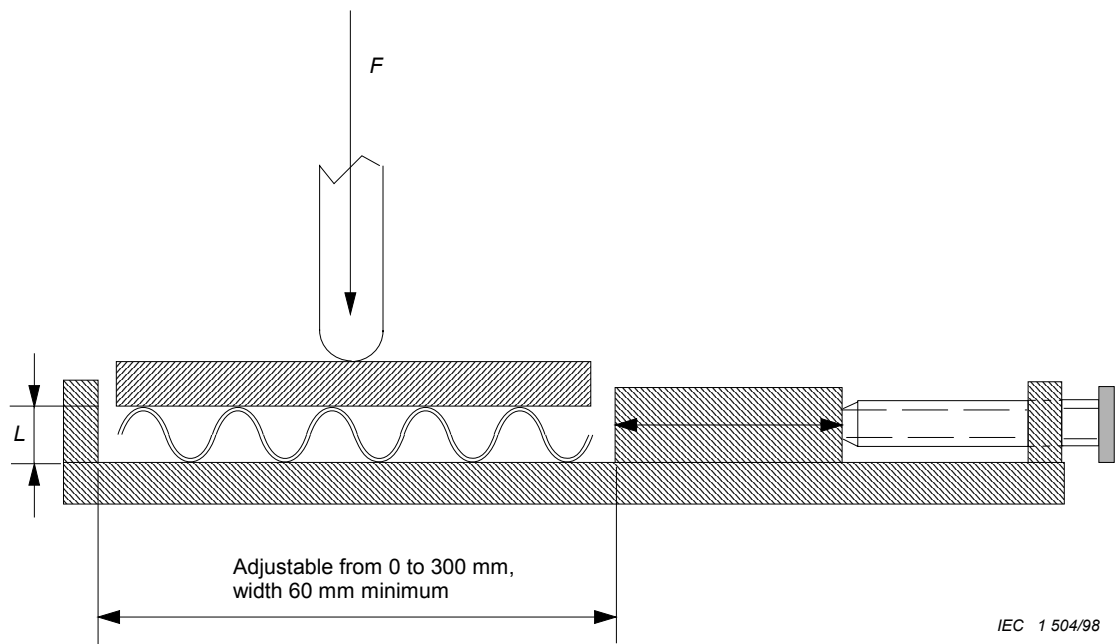
- W wavelength
- H amplitude
- D, E distance between vertical projections (see 4.3.1)
- S board thickness
- α angle of slope

Figure 1 – Different types of corrugation



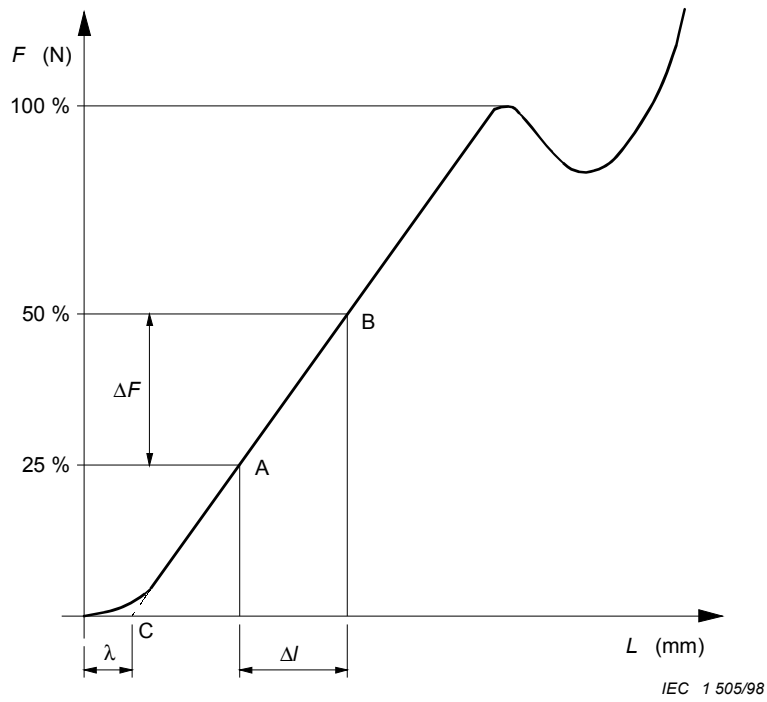
T thickness
 B, C amplitude values before and after test

Figure 2 – Positioning of the test specimen



L mean corrugation height
 F applied force

Figure 3 – Test specimen holder – Side view



- L mean corrugation height
- F force
- Δl difference of deflection between point B and point A
- λ deflection at point C
- ΔF variation of the force between point B and point A

Figure 4 – Curve of deflection versus force

.....

Copyright International Electrotechnical Commission

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION.....	19
1 Domaine d'application	20
2 Référence normative	20
3 Note générale sur les essais	20
4 Type et dimension de l'ondulation	20
5 Teneur en humidité.....	22
6 Variation dimensionnelle au séchage.....	22
7 Résistance à la compression et module de compression.....	23
8 Conductivité de l'extrait aqueux.....	25
Figure 1 – Différents types d'ondulation	26
Figure 2 – Mise en place de l'éprouvette.....	27
Figure 3 – Porte éprouvette – Vue latérale.....	27
Figure 4 – Courbe de la flèche en fonction de la force.....	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CARTONS ET PAPIERS COMPRIMÉS ONDULÉS
À USAGES ÉLECTRIQUES –****Partie 2: Méthodes d'essais**

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 61628-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette version consolidée de la CEI 61628-2 comprend la première édition (1998) [documents 15C/992/FDIS et 15C/1008/RVD] et son amendement 1 (2007) [documents 15/293/CDV et 15/340/RVC].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son (ses) amendement(s); cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61628 fait partie d'une série traitant des cartons et des papiers comprimés ondulés à usages électriques.

Cette série comprend trois parties:

- CEI 61628-1:1997, *Cartons et papiers comprimés ondulés à usages électriques – Partie 1: Définitions, désignations et prescriptions générales*
- CEI 61628-2:1998, *Cartons et papiers comprimés ondulés à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essais*
- CEI 61628-3,— *Cartons et papiers comprimés ondulés à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers, (à l'étude)*

.....

CARTONS ET PAPIERS COMPRIMÉS ONDULÉS À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes d'essais

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61628 donne les méthodes d'essais applicables au matériel défini dans la CEI 61628-1.

2 Référence normative

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 60641-2:2004, *Carton comprimé et papier comprimé à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

3 Note générale sur les essais

Pour prélever les éprouvettes, il est recommandé d'utiliser une scie à ruban à grande vitesse ayant une largeur de coupe inférieure à 1 mm. Il convient que les bavures résultant de la découpe soient soigneusement éliminées.

Sauf spécification contraire, après avoir été prélevées les éprouvettes doivent être conditionnées conformément à la CEI 60641-2.

4 Type et dimension de l'ondulation

La forme et le type de l'ondulation sont définis par la longueur d'onde, l'amplitude maximale, la longueur des parties horizontales, l'angle de pente et l'épaisseur du carton à partir duquel est réalisé le matériau ondulé (voir figures 1a et 1b).

Les essais suivants sont réalisés sur le matériau en l'état de réception.

4.1 Longueur d'onde

4.1.1 Procédure

Prélever au moins trois éprouvettes, ayant chacune une longueur supérieure à trois fois la longueur d'onde.

A l'aide d'un crayon repérer le début de la première longueur d'onde et la fin de la dernière longueur d'onde (au minimum trois longueurs d'ondes).

(Le début et la fin de la longueur d'onde sont choisis de préférence comme le point d'amplitude maximale pour une ondulation du type sinusoïdal et le centre de la partie horizontale pour une ondulation du type anguleux.)

Poser l'éprouvette sur une surface plane sans lui appliquer de contrainte.

A l'aide d'une règle précise à 0,5 mm près, mesurer la distance entre les repères.

Diviser la valeur mesurée par le nombre de longueurs d'onde entre les repères.

4.1.2 Résultats

Noter les valeurs moyenne, minimale et maximale des mesures.

4.2 Amplitude

4.2.1 Procédure

Prélever au moins neuf éprouvettes, ayant chacune une largeur de (100 ± 10) mm et une longueur de une fois et demie à deux fois la longueur d'onde de façon à y inclure deux sommets inférieurs complets.

Poser l'éprouvette sur une surface plane sans lui appliquer de contrainte.

A l'aide d'une jauge de profondeur (précise à 0,1 mm près), mesurer la distance entre le point le plus haut et le point le plus bas.

4.2.2 Résultats

Noter les valeurs moyenne, minimale et maximale des mesures.

4.3 Longueur de la partie horizontale de l'ondulation

4.3.1 Procédure

A l'aide d'un crayon, repérer sur au moins trois ondulations différentes, la projection verticale du point d'intersection théorique des parties obliques et horizontales de l'ondulation. Ce repérage doit se situer sur une ligne parallèle à la direction des longueurs d'ondes. Mesurer la distance entre les repérages à l'aide d'un pied à coulisse précis à 0,1 mm près (distance E de la figure 1b).

Répéter cette mesure sur la partie opposée de la feuille afin de mesurer la distance D de la figure 1b.

Les valeurs de D et de E pouvant être différentes intentionnellement, il convient de noter les deux valeurs.

4.3.2 Résultats

Noter les valeurs moyenne, minimale et maximale des valeurs mesurées pour D et pour E .

4.4 Angle de pente

4.4.1 Procédure

Prélever au moins trois éprouvettes, ayant chacune une largeur de (100 ± 10) mm et une longueur de une fois et demie à deux fois la longueur d'onde de façon à y inclure deux sommets inférieurs complets.

Poser l'éprouvette sur une surface plane sans lui appliquer de contrainte.

A l'aide d'un rapporteur approprié, (précis à $0,5^\circ$ près), mesurer les deux angles α de l'ondulation centrale.

4.4.2 Résultats

Noter les valeurs moyenne, minimale et maximale des mesures.

4.5 Epaisseur du carton

4.5.1 Procédure

À l'aide d'un micromètre à vis tel que celui décrit dans la CEI 60641-2, réaliser au moins neuf mesures différentes de l'épaisseur du carton avec une précision de $\pm 0,01$ mm en des points où l'ondulation présente une partie plane ou dans la zone du point d'inflexion pour une ondulation du type sinusoïdale.

NOTE Il est recommandé d'éviter les mesures réalisées sur les parties planes horizontales car l'épaisseur du carton peut avoir été modifiée par l'action de la presse lors des opérations de formation du matériau ondulé.

4.5.2 Résultats

Noter les valeurs moyenne, minimale et maximale des mesures.

5 Teneur en humidité

La teneur en humidité doit être déterminée conformément à la CEI 60641-2.

6 Variation dimensionnelle au séchage

6.1 Variation d'amplitude

6.1.1 Procédure (voir figure 2)

Prélever trois éprouvettes de (50 ± 5) mm de largeur et de cinq longueurs d'ondes de longueur, et les conditionner conformément à la CEI 60641-2.

Placer l'éprouvette sur une plaque d'acier plane dont les dimensions dépassent celles de l'éprouvette d'au moins 50 mm. Placer sur l'éprouvette, une seconde plaque plane et rigide, d'épaisseur connue T , de 50 mm de largeur et de longueur suffisante pour recouvrir toutes les ondulations. La masse de cette plaque doit garantir que toutes les ondulations sont en contact étroit avec les plaques supérieure et inférieure et doit être définie dans les feuilles de spécifications de la CEI 61628-3.

NOTE La masse de la plaque peut être ajustée par l'ajout de masses supplémentaires sur celle-ci.

Si toutes les ondulations de l'une quelconque des éprouvettes ne sont pas en contact avec les plaques supérieure et inférieure sous l'action de cette précharge, cette éprouvette doit être éliminée.

L'amplitude de l'ondulation de l'éprouvette est mesurée au moyen d'une jauge de profondeur précise à 0,1 mm près et dont le capteur est de forme hémisphérique, de la façon suivante:

- abaisser le capteur de la jauge sur la plaque d'acier inférieure et ajuster le pointeur à zéro;
- positionner le capteur sur la plaque supérieure et lire les valeurs mesurées en trois points différents situés près du centre de la plaque et calculer la moyenne de ces trois mesures.

Noter cette valeur B pour chaque échantillon.

Retirer les échantillons et les sécher dans une étuve ventilée à $105 \text{ °C} \pm 5 \text{ K}$ pendant (48 ± 1) h. Après refroidissement à la température ambiante dans un dessiccateur, répéter la mesure comme indiqué ci-dessus.

Noter pour chaque échantillon cette nouvelle valeur C .

6.1.2 Calcul

La variation d'amplitude est calculée en pourcentage de l'amplitude initiale et est donnée par la formule:

$$\text{Variation d'amplitude} = \frac{C - B}{B - T} \times 100$$

On constate normalement une augmentation de l'amplitude après séchage.

6.1.3 Résultats

Noter la valeur moyenne des mesures. Les valeurs minimale et maximale sont elles aussi notées.

6.2 Variations dimensionnelles dans les sens longueur et largeur

6.2.1 Procédure

Prélever trois éprouvettes de $(250 \pm 0,5)$ mm \times $(250 \pm 0,5)$ mm et les conditionner comme indiqué dans la CEI 60641-2. Placer l'éprouvette sur une plaque d'acier plane d'environ 300 mm \times 300 mm. Placer sur l'éprouvette une deuxième plaque rigide et plane de mêmes dimensions. Sa masse qui sera définie dans les feuilles de spécification de la CEI 61628-3 doit garantir que toutes les ondulations sont au contact des plaques supérieure et inférieure.

Mesurer les longueurs et largeurs à l'aide d'un pied à coulisse précis à 0,1 mm près, chacune en deux positions différentes.

Noter les valeurs moyennes des deux mesures comme étant les dimensions initiales de l'échantillon.

Retirer les échantillons et les sécher dans une étuve ventilée à $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ K}$ pendant (48 ± 1) h. Après refroidissement à la température ambiante dans un dessiccateur, répéter la mesure comme indiqué ci-dessus.

6.2.2 Résultats

Les retraits dans le sens longueur et dans le sens largeur sont calculés pour chaque éprouvette comme étant la variation en pourcentage des dimensions d'origine des éprouvettes après conditionnement. Noter toutes les valeurs calculées ainsi que les moyennes des valeurs dans les deux sens.

7 Résistance à la compression et module de compression

7.1 But et principe de l'essai

Le but de l'essai est de calculer la résistance à la compression et le module de compression du matériau quand les ondulations sont soumises à une force qui leur est appliquée perpendiculairement au plan d'origine du matériau ondulé.

La force perpendiculaire est appliquée à une éprouvette dont les extrémités sont immobilisées (voir figure 3).

7.2 Eprouvettes

Prélever cinq éprouvettes, de $(50 \pm 0,5)$ mm de largeur chacune et de cinq longueurs d'onde complète de longueur, sauf si la longueur d'onde est <10 mm, auquel cas on prélèvera un nombre entier de longueurs d'onde complètes de façon à obtenir une longueur totale ≥ 50 mm. Si la longueur d'onde est supérieure à 60 mm, on peut n'utiliser que trois longueurs d'onde au lieu de cinq. Les extrémités des éprouvettes sont coupées dans une zone située à 1 mm de part et d'autre de la crête de l'ondulation ou, dans le cas d'une ondulation du type anguleux, dans une zone située à 1 mm de part et d'autre du centre de la partie plane horizontale.

Les deux coupures d'extrémités doivent être parallèles à l'ondulation et à elles-mêmes, à 0,1 mm près.

Conditionner les éprouvettes d'essai conformément à la CEI 60641-2.

7.3 Appareil d'essai

Ce dispositif doit être composé comme suit:

- un appareil permettant les essais en compression qui mesurera et effectuera un enregistrement graphique de la force appliquée avec une précision de ± 1 % et dont le déplacement de la partie mobile donnera une amplification au moins de 10 fois. La vitesse de déplacement de la partie mobile doit être telle que le point final est atteint après un laps de temps de 10 s à 30 s;
- un porte-éprouvette (voir exemple figure 3);
- une plaque de compression dont les dimensions sont telles qu'elles couvrent complètement toutes les crêtes des ondulations de l'éprouvette.

7.4 Procédure

- Mettre l'éprouvette en place dans le porte-éprouvette.
- Ajuster l'extrémité mobile du porte-éprouvette de façon que les deux extrémités s'appuient également sur les extrémités de l'éprouvette sans exercer de force latérale.
- Placer la plaque de compression sur l'éprouvette.
- A l'aide d'un pied à coulisse précis à 0,1 mm près, mesurer la distance L entre la plaque de compression et le fond du porte-éprouvette. Six mesures doivent être effectuées, trois de chaque côté de l'éprouvette, soit une à chaque extrémité et une au centre de chaque côté. La valeur L notée doit être la valeur moyenne de ses six mesures.

NOTE Il convient que la plaque de compression soit approximativement centrée sur l'éprouvette et le doigt transmettant la force appliqué au centre de la plaque de pression. Il convient que le décentrage de l'axe d'application de la force par rapport au centre de l'éprouvette soit inférieur à 5 mm.

- Enregistrer la force ainsi que le déplacement de la partie mobile jusqu'au point où la force croît brusquement après s'être effondrée (voir figure 4).

7.5 Calcul

La force de rupture est la valeur de la force au premier maximum ou au premier point d'inflexion du graphique force/déplacement.

La résistance à la compression de l'éprouvette est la force de rupture divisée par la projection de la surface de l'éprouvette sur un plan horizontal et s'exprime habituellement en mégapascals (MPa).

Le module de compression est calculé comme suit:

Sur le graphique (voir figure 4) marquer les points A et B où la force atteint les valeurs de 25 % et 50 % de la force de rupture. Tracer une ligne droite passant par les points A et B. Cette ligne croise l'axe des flèches en un point C à une distance λ de l'origine.

Cette valeur λ , représente le tassement de l'éprouvette dû aux irrégularités de l'ondulation quand la force est appliquée.

Δl est la différence entre la flèche de l'éprouvette au point B et sa flèche au point A.

ΔF est la variation de force entre le point B et le point A.

Le module de compression est donné par la formule:

$$\text{Module de compression} = \frac{\Delta F}{\frac{\Delta l}{L - \lambda} \times S}$$

Cette valeur s'exprime en mégapascals (MPa).

Dans cette formule:

ΔF est la force au point B moins force au point A exprimés en newtons (N);

Δl est la flèche au point B moins flèche au point A exprimées en millimètres (mm);

λ est la flèche au point C exprimée en millimètres (mm);

L est la hauteur moyenne de l'ondulation mesurée comme indiqué ci-dessus exprimée en millimètres (mm);

S est l'aire projetée de l'éprouvette, exprimée en millimètres carrés (mm²).

7.6 Résultats

7.6.1 Résistance à la compression

Indiquer la valeur moyenne comme étant le résultat; les valeurs extrêmes sont elles aussi notées.

7.6.2 Module de compression

Indiquer la valeur moyenne comme étant le résultat; les valeurs extrêmes sont elles aussi notées.

8 Conductivité de l'extrait aqueux

La conductivité de l'extrait aqueux doit être mesurée conformément à la CEI 60641-2.

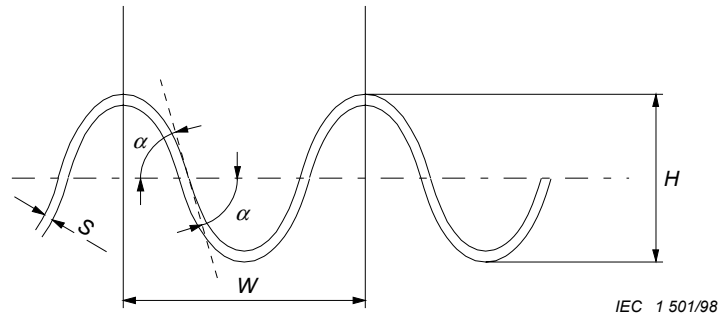


Figure 1a – Ondulation sinusoïdale

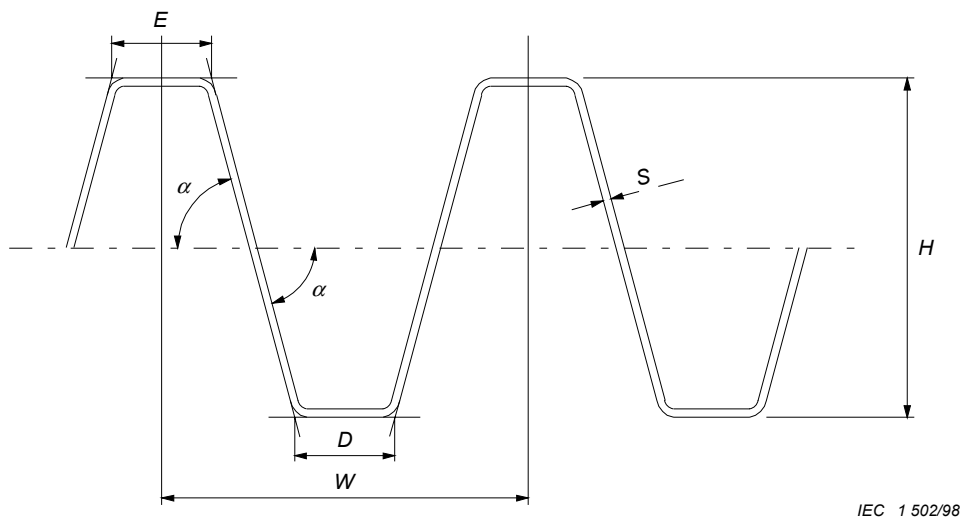
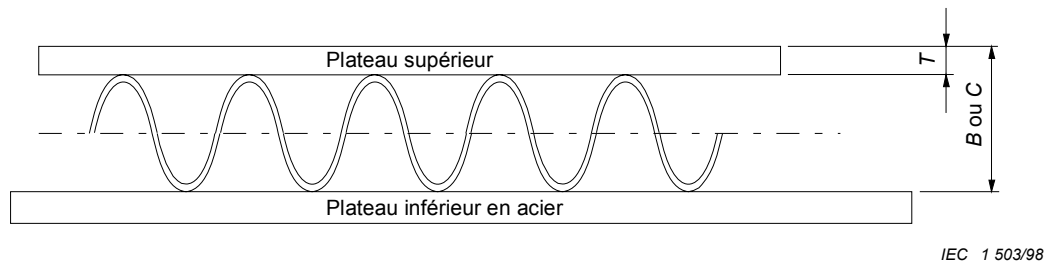


Figure 1b – Ondulation du type anguleux

- W longueur d'onde
- H amplitude
- D, E distance entre les projections verticales (voir 4.3.1)
- S épaisseur du carton
- α angle de pente

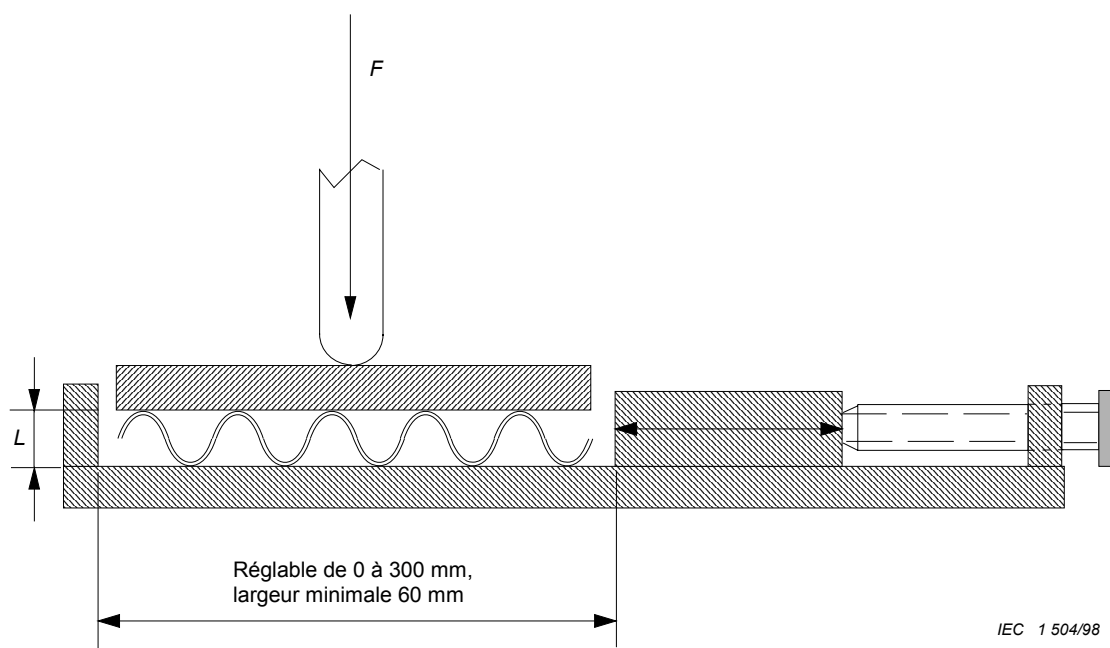
Figure 1 – Différents types d'ondulation



T épaisseur

B, C valeurs d'amplitude avant et après essai

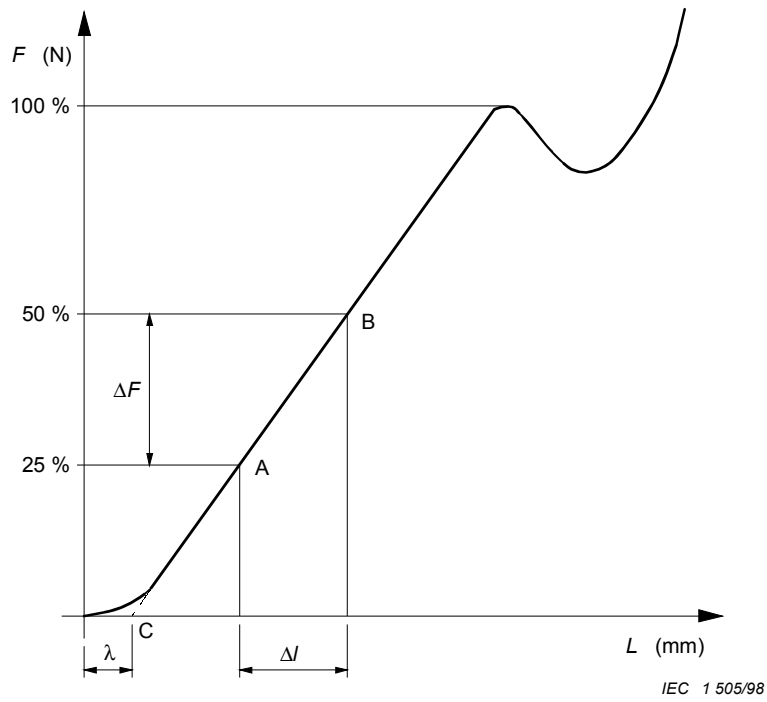
Figure 2 – Mise en place de l'éprouvette



L hauteur moyenne de l'ondulation

F force appliquée

Figure 3 – Porte éprouvette – Vue latérale



- L hauteur moyenne de l'ondulation
- F force
- Δl différence de flèche entre le point B et le point A
- λ flèche au point C
- ΔF variation de force entre le point B et le point A

Figure 4 – Courbe de la flèche en fonction de la force

ISBN 2-8318-9236-8



9 782831 892368

ICS 29.035.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND