

NORME
INTERNATIONALE

CEI
60641-2

Deuxième édition
2004-06

**Carton comprimé et papier comprimé
à usages électriques –**

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

iteh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 60641-2:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/7bb00c4d-7c4b-47e2-9e1e-abed88868e4b/iec-60641-2-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/7bb00c4d-7c4b-47e2-9e1e-abed88868e4b/iec-60641-2-2004>

*Cette version **française** découle de la publication d'origine **bilingue** dont les pages anglaises ont été supprimées.
Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.*



Numéro de référence
CEI 60641-2:2004(F)

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/searchpub) 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/online_news/justpub) 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

NORME INTERNATIONALE

CEI 60641-2

Deuxième édition
2004-06

Carton comprimé et papier comprimé à usages électriques –

Partie 2: Méthodes d'essai

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 60641-2:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/7bb00c4d-7c4b-47e2-9e1e-abad88868e4b/iec-60641-2-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/7bb00c4d-7c4b-47e2-9e1e-abad88868e4b/iec-60641-2-2004>

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés

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.

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Remarques générales sur les essais	12
4.1 Conditionnement	12
4.2 Séchage	12
4.3 Tolérances	12
4.4 Résultats	14
5 Epaisseur	14
5.1 Appareil d'essai	14
5.2 Jauge de réglage	14
5.3 Mode opératoire	16
5.4 Résultats	16
6 Masse volumique apparente	16
7 Résistance à la traction et à l'allongement	18
7.1 Principe	18
7.2 Détermination sur des éprouvettes non pliées	18
7.3 Détermination sur des éprouvettes pliées	18
8 Résistance au déchirement interne	18
9 Résistance au déchirement des bords	20
9.1 Mode opératoire	20
9.2 Résultats	20
10 Compressibilité	20
10.1 Principe	20
10.2 Appareil d'essai	20
10.3 Eprouvettes	20
10.4 Mode opératoire	20
10.5 Résultats	22
11 Stabilité dimensionnelle	22
11.1 Appareil d'essai	22
11.2 Eprouvettes	22
11.3 Mode opératoire	24
11.4 Résultats	24
12 Cohésion entre couches	24
12.1 Principe	24
12.2 Eprouvettes	24
12.3 Appareil d'essai	24
12.4 Méthode d'essai	24
12.5 Résultats	26
13 Teneur en humidité	26
14 Teneur en cendres	26

15	Conductivité de l'extrait aqueux.....	28
15.1	Appareil d'essai	28
15.2	Mode opératoire	28
15.3	Résultats	28
16	pH de l'extrait aqueux	30
16.1	Appareil d'essai	30
16.2	Mode opératoire	30
16.3	Résultats	30
17	Absorption d'huile	30
17.1	Eprouvettes	30
17.2	Mode opératoire	30
17.3	Résultats	32
18	Voies conductrices.....	32
19	Présence de particules métalliques	32
19.1	Méthodes chimiques.....	32
19.2	Méthode par rayons X.....	34
20	Rigidité électrique.....	38
20.1	Appareil d'essai	38
20.2	Eprouvettes pour essai dans l'air	38
20.3	Eprouvettes pour essai dans l'huile.....	38
20.4	Eprouvettes pour essai après pliage	38
20.5	Nombre d'essais.....	40
20.6	Méthode d'essai	40
20.7	Résultats	40
Bibliographie		50
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/7bb00c4d-7c4b-47e2-9e1e-abed88868e4b/iec-60641-2-2004		
	Figure 1 – Séquence de pliage	42
	Figure 2 – Appareil de pliage.....	42
	Figure 3 – Poinçon double.....	44
	Figure 4 – Vernier de mesure	44
	Figure 5 – Appareil d'essai pour la cohésion entre couches	46
	Figure 6 – Dispositif de pliage	46
	Figure 7 – Appareil de pliage (Pour les dimensions, voir Figure 2)	48

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CARTON COMPRIMÉ ET PAPIER COMPRIMÉ À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes 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 60641-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1979 et l'amendement 1 (1993). Cette édition constitue une révision technique.

Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont répertoriés ci-dessus:

Les méthodes d'essai suivantes ont été annulées:

- Flexibilité
- Conductivité de l'extrait organique
- Contamination des diélectriques liquides

Les méthodes d'essai suivantes ont été reformulées:

- Compressibilité
- Conductivité de l'extrait aqueux
- Cohésion entre couches

La méthode d'essai suivante a été introduite:

- Détermination de particules métalliques aux rayons X.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/1609/FDIS	15C/1642/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 2.

La CEI 60641 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Carton comprimé et papier comprimé à usages électriques*:

Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 60641-1)

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 60641-2)

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 60641-3)

Feuille 1: Cartons comprimés

Feuille 2: Papiers comprimés

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.

CARTON COMPRIMÉ ET PAPIER COMPRIMÉ À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60641 s'applique aux cartons comprimés et aux papiers comprimés à usages électriques.

La série ne traite pas des matériaux stratifiés.

Cette partie spécifie les méthodes d'essais à utiliser lors des essais des cartons comprimés et des papiers comprimés à usages électriques afin de satisfaire aux exigences prescrites dans les feuilles de spécifications de la Partie 3.

NOTE A plusieurs reprises, la présente norme se réfère aux normes ISO et donne un bref aperçu de la méthode utilisée. Il est entendu que cet aperçu ne remplit d'autre objet que celui de servir de point de repère et que seule la norme ISO proprement dite contient tous les détails nécessaires.

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 60243-1:1988, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60296:2003, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

CEI 60554.2:2001, *Papiers cellulosiques à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

ISO 287:1985, *Papier et carton – Détermination de l'humidité – Méthode par séchage à l'étuve*

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

ISO 1924-2:1994, *Papier et carton – Détermination des propriétés de traction – Partie 2: Méthode à gradient d'allongement constant*

ISO 1974:1990, *Papier – Détermination de la résistance au déchirement (Méthode Elmendorf)*

ISO 2144:1997, *Papiers cartons et pâtes – Détermination du résidu (cendres) après incinération à 900 degrés C*

3 Termes et définitions

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

3.1

échantillon

morceau rectangulaire de papier ou de carton découpé selon des dimensions déterminées dans une feuille ou dans un rouleau issus d'unités sélectionnées

3.2

éprouvette

quantité de papier ou de carton sur laquelle chaque détermination unitaire est effectuée conformément à la méthode d'essai.

NOTE Cette éprouvette peut être prélevée sur un échantillon ou, dans certains cas, être l'échantillon lui-même.

4 Remarques générales sur les essais

4.1 Conditionnement

a) Pour des matériaux d'une épaisseur <0,5 mm

Sauf spécification contraire, l'échantillon, après avoir été découpé, doit être conditionné pendant au moins 16 h dans une atmosphère à $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ et de $(50 \pm 5)\%$ d'humidité relative. Les éprouvettes sont découpées dans les échantillons et essayées dans cette atmosphère.

b) Pour des matériaux d'épaisseur $\geq 0,5$ mm

Sauf spécification contraire, l'échantillon, après avoir été découpé, doit être conditionné pendant au moins 16 h dans une atmosphère à $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ et de $(50 \pm 5)\%$ d'humidité relative. Les éprouvettes sont découpées dans les échantillons et essayées dans une atmosphère de 20 °C à 30 °C et à une humidité relative de 40% à 60% .

En cas de litige, l'atmosphère de conditionnement doit être de $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ et de $(50 \pm 5)\%$ d'humidité relative jusqu'à ce que l'échantillon atteigne un taux d'humidité de $5,5\%$ à 8% . Le conditionnement doit être réalisé sur du matériau sec, après séchage à $70\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ pendant une durée suffisante pour que l'atmosphère de conditionnement produise une augmentation de masse de l'échantillon.

4.2 Séchage

Sauf spécification contraire, la procédure de séchage suivante doit être utilisée.

Sécher les pièces d'essai dans un four ventilé à $105\text{ °C} \pm 5\text{ K}$.

Le temps de séchage minimal en fonction de l'épaisseur s exprimée en millimètres doit être le suivant:

Épaisseur nominale s (mm)	$\leq 0,5$	$0,5 < s \leq 1,5$	$1,5 < s \leq 5$	> 5
Temps (h)	12	24	48	72

4.3 Tolérances

Lorsque les tolérances ne sont pas spécifiées pour les dimensions de l'éprouvette, ces dimensions s'entendent au millimètre près.

4.4 Résultats

En règle générale, la valeur médiane est prise comme valeur du résultat. Lorsque les deux parties sont d'accord, la valeur moyenne peut être prise comme valeur du résultat. Il faut que cette valeur soit notifiée dans le rapport d'essai.

5 Epaisseur

Pour des matériaux ayant un grammage $<224 \text{ g/m}^2$, utiliser la procédure décrite dans l'ISO 534. Pour les matériaux avec un grammage $\geq 224 \text{ g/m}^2$, utiliser la procédure décrite ci-après.

5.1 Appareil d'essai

L'un des appareils décrits ci-dessous doit être utilisé.

NOTE En cas de contestation, il convient que l'appareil d'essai soit celui décrit en 5.1.2.

5.1.1 Micromètre à vis

Un micromètre à vis extérieure, ayant des touches de 6 mm à 8 mm de diamètre. Les faces des touches de mesures doivent être planes à 0,001 mm près et parallèles à 0,003 mm près. Le pas de la vis doit être de 0,5 mm et celle-ci doit comporter une graduation de 50 divisions de 0,01 mm permettant d'estimer des lectures de 0,002 mm. La pression exercée sur les éprouvettes doit être de 0,1 MPa à 0,3 MPa.

NOTE Pour un matériau tendre et de faible épaisseur (par exemple du carton de type B.5.1 de 1 mm), l'erreur due à la pression exercée par le micromètre peut aller jusqu'à 2 % de la valeur de la mesure.

5.1.2 Micromètre à poids mort

Un micromètre à cadran à poids mort ayant deux touches de mesures circulaires concentriques, dont les faces, meulées et rodées, doivent être planes à 0,001 mm près et parallèles à 0,003 mm près. La face de la touche supérieure doit avoir de 6 mm à 8 mm de diamètre. La face de la touche inférieure doit être plus grande que l'autre. La touche supérieure doit se déplacer perpendiculairement au plan des faces des touches. Le cadran doit être gradué pour permettre la lecture directe jusqu'à 0,002 mm. Le bâti du micromètre doit avoir une rigidité telle qu'une force de 15 N appliquée au boîtier du cadran, sans toucher ni le poids ni l'axe de la touche mobile, n'entraîne pas une déformation du bâti supérieure à 0,002 mm selon l'indication du cadran du micromètre. La pression exercée sur l'éprouvette doit être de 0,1 MPa à 0,3 MPa.

5.1.3 Micromètre à cadran

En variante à 5.1.2, un micromètre du type à cadran ayant les caractéristiques suivantes peut être utilisé:

Diamètre de la surface de mesure supérieure: $(14,3 \pm 0,5) \text{ mm}$.

Diamètre de la surface de mesure inférieure: plus grand que celui de la surface supérieure.

Pression exercée sur l'éprouvette: $(0,055 \pm 0,005) \text{ MPa}$.

Les deux faces de mesures doivent être parallèles à 0,005 mm près ou 1 %.

NOTE Les valeurs mesurées avec cet appareil d'essai peuvent différer sensiblement de celles mesurées avec les deux autres types.

5.2 Jauge de réglage

La jauge de réglage utilisée pour vérifier les appareils de mesure doit être précise à $\pm 0,001 \text{ mm}$ de l'épaisseur nominale. L'épaisseur indiquée par les appareils de mesure ne doit pas différer de plus de 0,005 mm de celle de la jauge.

5.3 Mode opératoire

Mesurer l'épaisseur des cartons comprimés et des papiers comprimés en l'état de réception à l'aide de l'un des appareils décrits en 5.1, en des points situés à 20 mm au moins des bords de l'éprouvette.

Pour le carton comprimé, le nombre de mesures doit être de huit: deux le long de chacun des bords. Pour le papier comprimé en rouleaux, il faut suivre 5.1 de la CEI 60554-2. Quand la mesure s'effectue sur la largeur d'un rouleau, le nombre de points de mesures doit être de cinq par mètre.

En cas de contestation, découper une bande large de 40 mm sur toute la largeur du matériau et, dans cette bande, découper huit éprouvettes à intervalles égaux, chacune d'au moins 40 mm de longueur. Conditionner les éprouvettes comme indiqué en 4.1 et mesurer l'épaisseur de chacune en un point proche de son centre au moyen de l'appareil décrit en 5.1.2.

5.4 Résultats

La valeur médiane est prise comme résultat et est consignée avec les valeurs minimale et maximale.

6 Masse volumique apparente

L'essai doit être effectué sur trois éprouvettes conditionnées; chacune d'elles doit faire l'objet d'une détermination.

Utiliser des éprouvettes rectangulaires d'une surface minimale de 100 cm² et déterminer la masse de chacune avec une précision de 10⁻⁴ × la masse de l'éprouvette.

Effectuer deux mesures de la longueur et deux de la largeur sur chaque éprouvette, avec une précision de 0,1 mm en des points situés au moins à 12 mm des angles.

Déterminer l'épaisseur en réalisant huit mesures comme indiqué en 5.3 et calculer la valeur moyenne des mesures.

Exprimer la densité apparente ρ (quotient de la masse par le volume) en g/cm³.

$$\rho = \frac{m}{s \times l \times w} \times 10^3$$

où

m est la masse, en g;

s est la moyenne des huit mesures d'épaisseur, en mm;

l est la moyenne des deux mesures de longueur, en mm;

w est la moyenne des deux mesures de largeur, en mm.

Consigner les trois valeurs obtenues. La valeur médiane doit être prise comme résultat.