

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

674-3-4 à/to 6

Première édition
First edition
1993-03

**Spécification pour les films en matière plastique
à usages électriques**

Partie 3:

Spécifications pour matériaux particuliers
Feuilles 4 à 6: Prescriptions pour les films de
polyimide utilisés dans l'isolation électrique

**Specification for plastic films for electrical
purposes**

Part 3:

Specifications for individual materials
Sheets 4 to 6: Requirements for polyimide films
used for electrical insulation



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 674-3-4, 5, 6: 1993

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
674-3-4 à/to 6**

Première édition
First edition
1993-03

**Spécification pour les films en matière plastique
à usages électriques**

Partie 3:

Spécifications pour matériaux particuliers
Feuilles 4 à 6: Prescriptions pour les films de
polyimide utilisés dans l'isolation électrique

**Specification for plastic films for electrical
purposes**

Part 3:

Specifications for individual materials
Sheets 4 to 6: Requirements for polyimide films
used for electrical insulation

© CEI 1993 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 pro-
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Classification	8
2 Désignation	10
3 Prescriptions générales	10
4 Dimensions	10
4.1 Epaisseur	10
4.2 Largeur	14
5 Propriétés	16
5.1 Propriétés indépendantes de l'épaisseur	16
5.2 Propriétés dépendantes de l'épaisseur	18
5.3 Autres propriétés	20
6 Caractéristiques des rouleaux	20
6.1 Diamètre des rouleaux	20
6.2 Aptitude à l'enroulement/fléchissement	24
6.3 Joints	24
6.4 Largeur des rouleaux	28
6.5 Mandrins	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 General	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
1.3 Classification	9
2 Designation	11
3 General requirements	11
4 Dimensions	11
4.1 Thickness	11
4.2 Width	15
5 Properties	17
5.1 Properties not dependent on thickness	17
5.2 Properties dependent on thickness	19
5.3 Other properties	21
6 Roll characteristics	21
6.1 Roll diameter	21
6.2 Windability/sag	25
6.3 Joins	25
6.4 Roll width	29
6.5 Cores	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR LES FILMS EN MATIÈRE PLASTIQUE À USAGES ÉLECTRIQUES

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers Feuilles 4 à 6: Prescriptions pour les films de polyimide utilisés dans l'isolation électrique

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
15C(BC)280*	15C(BC)306
15C(BC)289**	15C(BC)311
15C(BC)290 + 290A***	15C(BC)312

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

* Se rapporte à la feuille 4.

** Se rapporte à la feuille 5.

*** Se rapporte à la feuille 6.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES

Part 3: Specifications for individual materials Sheets 4 to 6: Requirements for polyimide films used for electrical insulation

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 15C: Specifications, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating materials.

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

DIS	Reports on Voting
15C(CO)280*	15C(CO)306
15C(CO)289*	15C(CO)311
15C(CO)290 + 290A***	15C(CO)312

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

-
- * Refers to sheet 4.
 ** Refers to sheet 5.
 *** Refers to sheet 6.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale fait partie d'une série traitant des films en matière plastique à usages électriques. Cette série comporte trois parties:

Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 674-1).

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 674-2).

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 674-3).

La présente norme comprend trois des feuilles qui composent la partie 3, comme suit:

Feuille 4: Prescriptions pour les films de polyimide à base de poly(N,N'-p,p'-oxydiphénylène pyromellitimide) utilisés dans l'isolation électrique.

Feuille 5: Prescriptions pour les films de polyimide à base de poly(N,N'-p-phénylène biphényltétracarboxylimide) utilisés dans l'isolation électrique.

Feuille 6: Prescriptions pour les films de polyimide à base de poly(N,N'-p,p'-oxydiphénylène biphényltétracarboxylimide) utilisés dans l'isolation électrique.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60617-3-4:1993

INTRODUCTION

This International Standard is one of a series which deals with plastic films for electrical purposes. The series consists of three parts:

- Part 1: Definitions and general requirements (IEC 674-1).
- Part 2: Methods of test (IEC 674-2).
- Part 3: Specifications for individual materials (IEC 674-3).

This standard contains three of the sheets comprising part 3 as follows:

Sheet 4: Requirements for polyimide films based on poly(N,N'-p,p'-oxydiphenylene pyromellitimide) used for electrical insulation.

Sheet 5: Requirements for polyimide films based on poly(N,N'-p-phenylene biphenyl-tetracarboxylimide) used for electrical insulation.

Sheet 6: Requirements for polyimide films based on poly(N,N'-p,p'-oxydiphenylene biphenyl-tetracarboxylimide) used for electrical insulation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-4:1993

SPÉCIFICATION POUR LES FILMS EN MATIÈRE PLASTIQUE À USAGES ÉLECTRIQUES

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers Feuilles 4 à 6: Prescriptions pour les films de polyimide utilisés dans l'isolation électrique

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente Norme internationale donne les prescriptions relatives aux films de polyimide suivants, avec ou sans revêtement de fluoroéthylène-propylène thermosoudables.

Feuille 4: Prescriptions pour les films polyimide à base de poly(N,N'-p,p'-oxydiphénylène pyromellitimide).

Feuille 5: Prescriptions pour les films polyimide à base de poly(N,N'-p-phénylène biphényl-tétracarboxylimide).

Feuille 6: Prescriptions pour les films polyimide à base de poly(N,N'-p,p'-oxydiphénylène biphényl-tétracarboxylimide).

1.2 *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 Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 674-1: 1980, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques - Partie 1: Définitions et prescriptions générales.*

CEI 674-2: 1988, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques - Partie 2: Méthodes d'essai.*

CEI 757: 1983, *Code de désignation de couleurs.*

1.3 *Classification*

Le film polyimide doit être des types suivants:

Type 1: Usage général

Type 2A: Revêtement une face *

Type 2B: Revêtement deux faces*

* Le type 2 reçoit un revêtement de surface en vue de rendre les surfaces thermosoudables.

SPECIFICATION FOR PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES

Part 3: Specifications for individual materials Sheets 4 to 6: Requirements for polyimide films used for electrical insulation

1 General

1.1 Scope

This International Standard gives the requirements for the following polyimide, films with or without heat sealable fluoroethylene-propylene (FEP) coatings.

Sheet 4: Requirements for polyimide films based on poly(N,N'-p,p'-oxydiphenylene pyromellitimide).

Sheet 5: Requirements for polyimide films based on poly(N,N'-p-phenylene biphenyl tetracarboxylimide).

Sheet 6: Requirements for polyimide films based on poly(N,N'-p,p'-oxydiphenylene biphenyl-tetracarboxylimide).

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 674-1: 1980, *Specification for plastic films for electrical purposes - Part 1: Definitions and general requirements*.

IEC 674-2: 1988, *Specification for plastic films for electrical purposes - Part 2: Methods of test*.

IEC 757: 1983, *Code for designation of colours*.

1.3 Classification

The polyimide film shall be of the following types:

Type 1: General purpose

Type 2A: One side coated*

Type 2B: Two sides coated*

* Type 2 is surface coated to render the surface(s) heat sealable.

Type 3: A stabilisation dimensionnelle (généralement disponible dans les types des feuilles 4 et 5 seulement)

Type 4: Thermorétractable (généralement disponible dans les types de la feuille 4 seulement)

2 Désignation

Le film en matière plastique doit être identifié par la désignation suivante:

Désignation du film – IEC 674-3-4 (ou 5, ou 6) – PI – type – épaisseur en micromètres – largeur en millimètres – longueur en mètres – couleur.

Exemple:

Film polyimide IEC 674-3-4 - PI – type 1 – 100 – 20 – 200 – nc – f
(f = retardateur de flamme; r = normal; nc = couleur naturelle; autres couleurs selon la CEI 757).

3 Prescriptions générales

Le matériau de type 1 doit être constitué par un film souple autoporteur réalisé à partir d'un polymère de polyimide.

Le matériau de type 2 doit être un matériau de type 1 avec un revêtement thermosoudable composé de résine fluoroéthylène-propylène (FEP) sur une ou deux de ses faces.

Le matériau de type 3 doit être identique au type 1, excepté que sa stabilité dimensionnelle est améliorée.

Le matériau de type 4 doit être identique au type 1, exception faite de ses caractéristiques thermorétractables.

Tous les types doivent être conformes aux prescriptions générales définies dans la CEI 674-1.

4 Dimensions

4.1 Epaisseur

L'épaisseur du film des types 1, 3 et 4 doit être mesurée par une méthode gravimétrique selon les prescriptions de 3.3 de la CEI 674-2. L'épaisseur du type 2 doit être mesurée en utilisant un micromètre conformément à 3.1 de la CEI 674-2.

L'épaisseur hors tout doit être conforme à l'épaisseur nominale et à la gamme d'épaisseurs admissible indiquée dans les tableaux 1 et 2.

Type 3: Dimensionally stabilized (only generally available in sheets 4 and 5 types)

Type 4: Heat shrinkable (only generally available in sheet 4 types)

2 Designation

The film shall be identified by the designation which follows:

Designation of the film – IEC 674-3-4 (or 5, or 6) – PI – type – thickness in micrometres – width in millimetres – length in metres – colour.

Example:

Polyimide film IEC 674-3-4 – PI – type 1 – 100 – 20 – 200 – nc – f
(f = flame retardant; r = regular; nc = natural colour; other colours according to IEC 757).

3 General requirements

Type 1 material shall be a flexible, self-supporting film made from polyimide polymer.

Type 2 shall have a heat sealable coating of fluoroethylene-propylene (FEP) resin on one or both sides of type 1 material.

Type 3 shall be identical to type 1 except for improved dimensional stability.

Type 4 shall be identical to type 1 except for the heat shrinkability requirement.

All types shall conform to the general requirements laid down in IEC 674-1.

4 Dimensions

4.1 Thickness

The film thickness of types 1, 3 and 4 shall be measured by a gravimetric method in accordance with 3.3 of IEC 674-2. The thickness of type 2 shall be measured using a micrometer in accordance with 3.1 of IEC 674-2.

The overall thickness shall be in accordance with the nominal thickness and permitted range of thickness given in table 1 and 2.

Tableau 1 – Epaisseur nominale et gamme d'épaisseurs admissible pour types 1, 3 et 4 (en μm)

Epaisseur nominale	Epaisseur réelle		
	Limites	Feuille 4	Feuilles 5 et 6
7,5	Max. Min.	9 6	8,5 6,5
13*	Max. Min.	15,2 10,2	13,5 11,5
20	Max. Min.	– –	22 18
25	Max. Min.	29 22	27 23
40	Max. Min.	– –	44 36
50	Max. Min.	57 44	54 46
75	Max. Min.	83 69	81 69
100	Max. Min.	– –	107 93
125	Max. Min.	136 118	133 117

Le tiret «–» indique que ces dimensions ne sont généralement pas disponibles.
 * Certains fabricants mentionnent une épaisseur nominale de 12,5 μm au lieu des 13 μm du tableau ci-dessus. La conformité à la présente norme indique que ce matériau répond aux prescriptions décrites dans le tableau ci-dessus sous la rubrique 13 μm .

Tableau 2 – Epaisseurs nominales et gamme d'épaisseurs hors tout admissible pour type 2 (en μm)

Types	Epaisseur nominale				Gamme d'épaisseurs hors tout admissible			
	Epaisseur nominale μm	Première couche, FEP* μm	Couche de polyimide μm	Seconde couche, FEP* μm	Feuille 4		Feuilles 5 et 6	
					Min.	Max.	Min.	Max.
2A	25	Néant	13**	13**	19	31	20	30
2A	38**	Néant	25	13**	31	44	33,5	41,5
2A	50	Néant	25	25	42	58	46	54
2A	63**	Néant	50	13**	55	71	58,5	66,5
2A	75	Néant	50	25	65	85	70	80
2A	100	Néant	50	50	90	110	90	110
2A	100	Néant	75	25	90	110	90	110
2A	150	Néant	125	25	110	160	140	160
2B	30	2,5	25	2,5	26	34	26	34
2B	38**	13**	13**	13**	30	45	30	45
2B	50	13**	25	13**	42	58	46	54
2B	75	13**	50	13**	65	85	70	80
2B	125	25	75	25	110	140	110	140

* Fluoroéthylène-propylène.
 ** Certains fabricants mentionnent une épaisseur nominale de 12,5 μm , 37,5 μm et 62,5 μm au lieu des 13 μm , 38 μm et 63 μm respectifs, utilisés dans le tableau ci-dessus. La conformité à la présente norme indique que ces matériaux répondent aux prescriptions décrites dans le tableau ci-dessus respectivement sous les rubriques 13 μm , 38 μm et 63 μm .

Table 1 – Nominal thickness and permitted range of thicknesses for types 1, 3 and 4 (in μm)

Nominal thickness	Actual thickness		
	Limit	Sheet 4	Sheets 5 and 6
7,5	Max. Min.	9 6	8,5 6,5
13*	Max. Min.	15,2 10,2	13,5 11,5
20	Max. Min.	– –	22 18
25	Max. Min.	29 22	27 23
40	Max. Min.	– –	44 36
50	Max. Min.	57 44	54 46
75	Max. Min.	83 69	81 69
100	Max. Min.	– –	107 93
125	Max. Min.	136 118	133 117

The dash "–" indicates that these sizes are not generally available.

* Some manufacturers quote a nominal thickness of 12,5 μm in place of the 13 μm used in the above table. Conformance with this standard indicates that such material meets the requirements, described in the above-mentioned table under the heading 13 μm .

Table 2 – Nominal thickness and overall permitted range of thicknesses for type 2 (in μm)

Types	Nominal thickness				Overall permitted range of thicknesses			
	Nominal thickness μm	First FEP* layer μm	Polyimide layer μm	Second FEP* layer μm	Sheet 4		Sheets 5 and 6	
					Min.	Max.	Min.	Max.
2A	25	None	13**	13**	19	31	20	30
2A	38**	None	25	13**	31	44	33,5	41,5
2A	50	None	25	25	42	58	46	54
2A	63**	None	50	13**	55	71	58,5	66,5
2A	75	None	50	25	65	85	70	80
2A	100	None	50	50	90	110	90	110
2A	100	None	75	25	90	110	90	110
2A	150	None	125	25	110	160	140	160
2B	30	2,5	25	2,5	26	34	26	34
2B	38**	13**	13**	13**	30	45	30	45
2B	50	13**	25	13**	42	58	46	54
2B	75	13**	50	13**	65	85	70	80
2B	125	25	75	25	110	140	110	140

* Fluoroethylene-propylene.

** Some manufacturers quote nominal thicknesses of 12,5 μm , 37,5 μm and 62,5 μm in place of the 13 μm , 38 μm and 63 μm , respectively, used in the above table. Conformance with this standard indicates that such material meets the requirements, described in the above-mentioned table under the headings of 13 μm , 38 μm and 63 μm , respectively.

4.2 Largeur

La largeur du film doit être mesurée selon les prescriptions de l'article 5 de la CEI 674-2.

On ne peut donner de largeurs préférentielles en raison de la grande diversité des applications.

Sauf stipulation contraire dans le contrat d'achat, la variation maximale de largeur de film par rapport à la dimension nominale doit être conforme aux tableaux 3A et 3B.

Tableau 3A – Tolérance des largeurs de bande pour les matériaux de la feuille 4

Gamme de largeurs de bande mm	Tolérance mm
Au-dessous de 26	$\pm 0,4$
Entre 26 et 102	$\pm 0,8$
Au-dessus de 102	$\pm 1,6$

Tableau 3B – Tolérance des largeurs de bande pour les matériaux des feuilles 5 et 6

Gamme de largeurs de bande mm	Tolérance mm
≤ 25	$\pm 0,2$
$> 25 - 50$	$\pm 0,3$
$> 50 - 100$	$\pm 0,5$
$> 100 - 300$	$\pm 1,0$
$> 300 - 500$	$\pm 2,0$
> 500	$\pm 2,0$

4.2 Width

The film width shall be measured in accordance with the requirements of clause 5 of IEC 674-2.

Preferred widths cannot be given on account of the great variety of applications.

The maximum deviation in film width from the nominal shall be as given in tables 3A and 3B unless otherwise specified in the purchase contract.

Table 3A – Tolerance on slit width for sheet 4 material

Slit width range mm	Tolerance mm
Less than 26	±0,4
26 to 102	±0,8
Greater than 102	±1,6

Table 3B – Tolerance on slit width for sheets 5 and 6 material

Slit width range mm	Tolerance mm
≤ 25	±0,2
> 25 – 50	±0,3
> 50 – 100	±0,5
> 100 – 300	±1,0
> 300 – 500	±2,0
> 500	±2,0

5 Propriétés

5.1 Propriétés indépendantes de l'épaisseur*

Tableau 4 – Prescriptions pour tous les types

Propriétés	Prescriptions			Unités	CEI 674-2 Méthodes d'essai	Types si disponibles
	Feuille 4	Feuille 5	Feuille 6			
Densité	1 425 ± 10	1 480 ± 10	1 390 ± 10	kg/m ³	4, méthode D ¹⁾	1, 3, 4
Point de fusion	Ne fond pas ⁴⁾	Ne fond pas ⁴⁾	Ne fond pas ⁴⁾			1, 2, 3, 4
Permittivité	3,5 ± 0,4 3,4 ± 0,4	3,5 ± 0,4 3,4 ± 0,4	3,5 ± 0,4 3,4 ± 0,4	–	16.1 ²⁾ (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) (23 °C, 1 kHz)	1, 3, 4
Facteur de dissipation	≤4,0 x 10 ⁻³	≤5,0 x 10 ⁻³	≤5,0 x 10 ⁻³	–	16.1 ²⁾ 23 °C, 1 kHz ou 48 Hz - 62 Hz	1, 2, 3, 4
Résistivité transversale	≥1 x 10 ¹⁰	≥1,0 x 10 ¹³	≥1,0 x 10 ¹³	Ω · m	15.1 ³⁾	1, 2, 3, 4
Résistivité superficielle	≥1 x 10 ¹⁴	≥1,0 x 10 ¹⁵	≥1,0 x 10 ¹⁵	Ω	14 ³⁾	1, 2, 3, 4
Stabilité dimensionnelle (retrait MD et TD) ⁵⁾	≤0,35	≤0,2	≤0,2	%	23, 150 °C, ≥25 µm	1
	≤2,50	≤1,0	≤3,0	%	23, 400 °C, ≥25 µm	2
	≤0,05	≤0,04	–	%	23, 200 °C, ≥25 µm	3
	≤5,0	–	–	%	23, 200 °C, ≥25 µm	4
Absorption d'humidité	≤4,0	≤2,0	≤2,0	%	30, 6 h	1, 2, 3, 4

* Aucune densité et permittivité ne sont exigées pour le type 2 étant donné que ces caractéristiques sont essentiellement fonction de l'épaisseur relative du polyimide et du fluoréthylène propylène.

1) Le mélange recommandé est du tétrachlorure de carbone/n-heptane.

2) Utiliser des électrodes sans contact ou des électrodes à dépôt métallique vaporisé.

3) A mesurer à 200 °C ± 5 K, après exposition à 200 °C pendant 1 h.

4) Pour le type 2, le revêtement de fluoréthylène propylène devra fondre.

5) MD: sens machine; TD: sens transversal.

5 Properties

5.1 Properties not dependent on thickness*

Table 4 – Requirements for all types

Property	Requirements			Unit	IEC 674-2 Test method	Types where available
	Sheet 4	Sheet 5	Sheet 6			
Density	1 425 ± 10	1 480 ± 10	1 390 ± 10	kg/m ³	4, method D ¹⁾	1, 3, 4
Melting point	Does not melt ⁴⁾	Does not melt ⁴⁾	Does not melt ⁴⁾			1, 2, 3, 4
Permittivity	3,5 ± 0,4 3,4 ± 0,4	3,5 ± 0,4 3,4 ± 0,4	3,5 ± 0,4 3,4 ± 0,4	–	16.1 ²⁾ (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) (23 °C, 1 kHz)	1, 3, 4
Dissipation factor	≤4,0 × 10 ⁻³	≤5,0 × 10 ⁻³	≤5,0 × 10 ⁻³	–	16.1 ²⁾ 23 °C, 1 kHz or 48 Hz - 62 Hz	1, 2, 3, 4
Volume resistivity	≥1 × 10 ¹⁰	≥1,0 × 10 ¹³	≥1,0 × 10 ¹³	Ω · m	15.1 ³⁾	1, 2, 3, 4
Surface resistivity	≥1 × 10 ¹⁴	≥1,0 × 10 ¹⁵	≥1,0 × 10 ¹⁵	Ω	14 ³⁾	1, 2, 3, 4
Dimensional stability (shrinkage in MD and TD) ⁵⁾	≤0,35	≤0,2	≤0,2	%	23, 150 °C, ≥25 μm	1
	≤2,50	≤1,0	≤3,0	%	23, 400 °C, ≥25 μm	2
	≤0,05	≤0,04	–	%	23, 200 °C, ≥25 μm	3
	≤5,0	–	–	%	23, 200 °C, ≥25 μm	4
Moisture absorption	≤4,0	≤2,0	≤2,0	%	30, 6 h	1, 2, 3, 4

* There are no requirements for type 2 for density and permittivity since they are highly dependent on the relative thickness of PI and FEP.

1) The recommended mixture is carbon tetrachloride/n-heptane.

2) Use non-contacting electrodes or evaporated metal electrodes.

3) To be measured at 200 °C ± 5 K, after exposure to 200 °C for 1 h.

4) For type 2, the FEP coating shall melt.

5) MD: machine direction; TD: transverse direction.

5.2 Propriétés dépendantes de l'épaisseur

Tableau 5 – Valeurs des propriétés

Epaisseur nominale μm	Propriétés	Résistance à la traction dans le sens machine et dans le sens transversal (min.)			Allongement à la rupture, dans le sens machine et dans le sens transversal (min.)			Rigidité diélectrique, alternatif 48 Hz à 62 Hz		
	Unités	MPa			%			V/ μm		
	CEI 674-2 Méthodes d'essai Articles	10*			10*			18.1 Avec des électrodes de 6 mm de diamètre, dans l'air		
	Domaine d'application	Feuille 4 Types 1, 3, 4	Feuille 5 Types 1, 3	Feuille 6 Type 1	Feuille 4 Types 1, 3, 4	Feuille 5 Types 1, 3	Feuille 6 Type 1	Feuille 4 Types 1, 3, 4	Feuille 5 Types 1, 3	Feuille 6 Type 1
7,5		110	133	110	25	6	25	120	150	150
13		138	176	138	35	8	40	120	150	150
20		—	294	196	—	25	80	—	200	200
25		165	294	196	40	25	80	235	200	200
40		—	294	196	—	25	80	—	180	195
50		165	294	196	45	25	80	195	180	195
75		165	294	196	50	25	80	175	130	135
100		—	294	196	—	25	80	—	110	110
125		165	294	196	50	25	80	120	95	110

* Vitesse d'allongement 50 mm/min, distance entre repères 100 mm.
Le tiret «—» indique que ces dimensions ne sont généralement pas disponibles.

Tableau 6 – Rigidité diélectrique (essai en alternatif) pour le type 2

Types	Epaisseurs nominales hors tout ¹⁾ μm	Rigidité diélectrique minimale		CEI 674-2 Méthodes d'essai Paragraphe
		Feuille 4 V/ μm	Feuilles 5 et 6 V/ μm	
2A	25	120	120	18.1 Avec des électrodes de 6 mm de diamètre, dans l'air
2A	38	140	130	
2A	50	120	120	
2A	63	100	110	
2A	75	100	100	
2A	100 ²⁾	80	80	
2A	100 ³⁾	105	110	
2A	150	85	85	
2B	30	155	130	
2B	38	120	120	
2B	50	120	120	
2B	75	100	100	
2B	125	85	85	

¹⁾ Voir, au tableau 2, l'épaisseur nominale du polyimide et des couches de fluoroéthylène-propylène.
²⁾ Epaisseur nominale du revêtement de fluoroéthylène-propylène 50 μm .
³⁾ Epaisseur nominale du revêtement de fluoroéthylène-propylène 25 μm .

5.2 Properties dependent on thickness

Table 5 – Property values

Nominal thickness μm	Property	Tensile strength, both machine and transverse directions, min. value			Elongation at break both machine and transverse directions, min. value			A.C. electric strength, 48 Hz to 62 Hz		
	Unit	MPa			%			V/ μm		
	IEC 674-2 Test method Clause	10*			10*			18.1 Using 6 mm diameter electrodes in air		
	Applicability	Sheet 4 Types 1, 3, 4	Sheet 5 Types 1, 3	Sheet 6 Type 1	Sheet 4 Types 1, 3, 4	Sheet 5 Types 1, 3	Sheet 6 Type 1	Sheet 4 Types 1, 3, 4	Sheet 5 Types 1, 3	Sheet 6 Type 1
7,5		110	133	110	25	6	25	120	150	150
13		138	176	138	35	8	40	120	150	150
20		–	294	196	–	25	80	–	200	200
25		165	294	196	40	25	80	235	200	200
40		–	294	196	–	25	80	–	180	195
50		165	294	196	45	25	80	195	180	195
75		165	294	196	50	25	80	175	130	135
100		–	294	196	–	25	80	–	110	110
125		165	294	196	50	25	80	120	95	110

* Rate of extension 50 mm/min, reference lines 100 mm apart.
The dash "–" indicates that these sizes are not generally available.

Table 6 – A.C. electric strength for type 2

Types	Nominal overall thickness ¹⁾ μm	Minimum electric strength		IEC 674-2 Test method subclause
		Sheet 4 V/ μm	Sheets 5 and 6 V/ μm	
2A	25	120	120	18.1 Using 6 mm diameter electrodes in air
2A	38	140	130	
2A	50	120	120	
2A	63	100	110	
2A	75	100	100	
2A	100 ²⁾	80	80	
2A	100 ³⁾	105	110	
2A	150	85	85	
2B	30	155	130	
2B	38	120	120	
2B	50	120	120	
2B	75	100	100	
2B	125	85	85	

1) See table 2, for nominal thickness of PI and FEP layers.
2) FEP coating is 50 μm nominal thickness.
3) FEP coating is 25 μm nominal thickness.

5.3 *Autres propriétés*

5.3.1 *Endurance thermique*

L'endurance thermique doit être mesurée selon les prescriptions de l'article 28 de la CEI 674-2.

Le critère de point limite doit être 50 % de réduction pour la valeur d'origine de la résistance à la traction originale.

L'indice de température doit être:

- d'au moins 200 pour les matériaux correspondant à la feuille 4;
- d'au moins 220 pour les matériaux correspondant aux feuilles 5 et 6.

Les températures de vieillissement recommandées sont:

- de 275 °C, 300 °C et 325 °C pour les matériaux correspondant à la feuille 4;
- de 300 °C, 325 °C et 350 °C pour les matériaux correspondant aux feuilles 5 et 6.

La teneur en humidité de l'air dans l'étuve, lors du vieillissement doit être comprise dans la gamme de 9,5 g/m³ à 12,5 g/m³, ce qui équivaut à une humidité relative de 50 % ± 5 % à (23 ± 2) °C.

Il est inutile de répéter cet essai sauf si le fabricant a apporté une modification importante dans la composition ou la méthode de fabrication du matériau.

5.3.2 *Caractéristiques de combustion*

La classification doit être VTF 0 si celle-ci est déterminée conformément à l'article 29 de la CEI 674-2.

5.3.3 *Stabilité hydrolytique*

A l'étude.

5.3.4 *Résistance aux radiations*

A l'étude.

5.3.5 *Résistance aux décharges superficielles*

A l'étude.

6 *Caractéristiques des rouleaux*

6.1 *Diamètre des rouleaux*

Ce matériau est vendu au poids. Les diamètres extérieurs préférentiels des rouleaux sont de 124 mm (sauf pour les types de la feuille 4), de 152 mm, 241 mm, 280 mm et 356 mm, selon l'épaisseur nominale du film, le diamètre du mandrin et les besoins de l'utilisateur. La tolérance sur ces diamètres est de ±6,4 mm.

5.3 *Other properties*

5.3.1 *Thermal endurance*

The thermal endurance shall be measured in accordance with the requirements of clause 28 of IEC 674-2.

The end point criterion shall be 50 % retention of the original tensile strength value.

The temperature index shall be:

- for material conforming to sheet 4 – not less than 200;
- for material conforming to sheets 5 and 6 – not less than 220.

The recommended ageing temperatures are:

- for material conforming to sheet 4 – 275 °C, 300 °C and 325 °C;
- for material conforming to sheets 5 and 6 – 300 °C, 325 °C and 350 °C.

The water content of the air in the ageing oven during the ageing process shall be in the range of 9,5 g/m³ to 12,5 g/m³, equivalent to 50 % ± 5 % relative humidity at (23 ± 2) °C.

This test need not be repeated unless the manufacturer has made a significant change in the composition or method of production of the material.

5.3.2 *Burning characteristics*

When determined according to clause 29 of IEC 674-2, the classification shall be VTF 0.

5.3.3 *Hydrolytic stability*

Under consideration.

5.3.4 *Radiation resistance*

Under consideration.

5.3.5 *Surface discharge resistance*

Under consideration.

6 *Roll characteristics*

6.1 *Roll diameter*

This material is sold by weight. Preferred outside roll diameters are 124 mm (not for sheet 4 types), 152 mm, 241 mm, 280 mm and 356 mm dependent on the nominal film thickness, core size and user requirements. The tolerance on these diameters is 6,4 mm.

Les longueurs approximatives prévues des rouleaux sont indiquées dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 7 – Longueurs approximatives prévues (m) des rouleaux pour:

- les types 1, 3 et 4 de la feuille 4
- les types 1 et 3 de la feuille 5
- le type 1 de la feuille 6

Dimensions des rouleaux mm		Domaine d'application	Epaisseur nominale μm								
Diamètre intérieur du mandrin	Diamètre extérieur du rouleau		7,5	13	20	25	40	50	75	100	125
76	124	Feuille 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Feuilles 5 et 6	720	-	-	-	-	-	-	-	-
76	152	Feuille 4	-	910	-	460	-	230	150	-	91
		Feuilles 5 et 6	-	910	570	450	280	230	150	-	-
76	241	Feuille 4	-	-	-	1 550	-	780	520	-	300
		Feuilles 5 et 6	-	-	1 880	1 500	940	750	500	380	300
152	241	Feuille 4	2 870	1 830	-	910	-	460	300	-	180
		Feuilles 5 et 6	*	*	1 140	910	570	460	300	230	180
152	280	Feuille 4	-	-	-	1 550	-	780	520	-	300
		Feuilles 5 et 6	*	*	1 880	1 500	940	750	500	380	300
152	356	Feuille 4	-	-	-	-	-	1 520	1 040	-	610
		Feuilles 5 et 6	-	-	-	-	-	1 500	1 000	760	600

Le tiret «-» indique que ces dimensions ne sont généralement pas disponibles.
* Longueur maximale 1 000 m.

Tableau 8 – Longueurs approximatives prévues (m) des rouleaux pour le type 2

Dimensions des rouleaux mm		Domaine d'application	Type 2A Epaisseur nominale μm							Type 2B Epaisseur nominale μm				
Diamètre intérieur du mandrin	Diamètre extérieur du rouleau		25	38	50	63	75	100	150	30	38	50	75	125
76	152	Feuille 4	460	310	230	190	160	110	78	-	320	230	160	90
		Feuilles 5 et 6	450	300	230	190	150	110	78	380	300	230	150	90
76	241	Feuille 4	-	1 040	780	650	520	390	260	-	-	780	520	300
		Feuilles 5 et 6	-	1 000	750	640	500	380	260	1 300	1 000	750	500	300
152	280	Feuille 4	-	1 040	-	-	-	390	260	-	-	-	-	300
		Feuilles 5 et 6	-	1 000	750	640	500	380	260	1 300	1 000	750	500	300

Le tiret «-» indique que ces dimensions ne sont généralement pas disponibles.

Table 7 – Approximate expected roll lengths (m) for

- sheet 4 types 1, 3 and 4
- sheet 5 types 1 and 3
- sheet 6 type 1

Roll dimensions		Applicability	Nominal thickness								
mm			µm								
Core ID	Roll OD		7,5	13	20	25	40	50	75	100	125
76	124	Sheet 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Sheets 5 and 6	720	-	-	-	-	-	-	-	-
76	152	Sheet 4	-	910	-	460	-	230	150	-	91
		Sheets 5 and 6	-	910	570	450	280	230	150	-	-
76	241	Sheet 4	-	-	-	1 550	-	780	520	-	300
		Sheets 5 and 6	-	-	1 880	1 500	940	750	500	380	300
152	241	Sheet 4	2 870	1 830	-	910	-	460	300	-	180
		Sheets 5 and 6	*	*	1 140	910	570	460	300	230	180
152	280	Sheet 4	-	-	-	1 550	-	780	520	-	300
		Sheets 5 and 6	*	*	1 880	1 500	940	750	500	380	300
152	356	Sheet 4	-	-	-	-	-	1 520	1 040	-	610
		Sheets 5 and 6	-	-	-	-	-	1 500	1 000	760	600

The dash "-" indicates that these sizes are not generally available.

* Maximum length 1 000 m.

Table 8 – Approximate expected roll lengths (m) for type 2

Roll dimensions		Applicability	Type 2A Nominal thickness							Type 2B Nominal thickness				
mm			μm							μm				
Core ID	Roll OD		25	38	50	63	75	100	150	30	38	50	75	125
76	152	Sheet 4	460	310	230	190	160	110	78	–	320	230	160	90
		Sheets 5 and 6	450	300	230	190	150	110	78	380	300	230	150	90
76	241	Sheet 4	–	1 040	780	650	520	390	260	–	–	780	520	300
		Sheets 5 and 6	–	1 000	750	640	500	380	260	1 300	1 000	750	500	300
152	280	Sheet 4	–	1 040	–	–	–	390	260	–	–	–	–	300
		Sheets 5 and 6	–	1 000	750	640	500	380	260	1 300	1 000	750	500	300

The dash "–" indicates that these sizes are not generally available.