

NOTE 1 Il n'existe pas de DISTANCE DANS L'AIR ou de LIGNE DE FUITE à moins que le joint n'éclate, par exemple, suite au vieillissement. Pour couvrir cette possibilité, les exigences et les essais du c) s'appliquent si les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE selon a) ou b) sont satisfaites.

NOTE 2 Ci-dessous quelques exemples de joints scellés:

- entre deux parties non conductrices scellées ensemble, par exemple deux couches d'une carte imprimée multicouches (voir Figure F.16) ou la bobine séparée d'un transformateur là où la cloison est fixée par de l'adhésif (voir Figure F.18);
- entre des couches d'isolation enroulées en spirale sur un fil de bobinage, scellées par de l'adhésif;
- entre le boîtier non conducteur d'un optocoupleur et le composé isolant remplissant le boîtier (voir Figure F.17).

*Pour les critères de conformité, voir 2.10.5.1.*

### **2.10.5.6 Matériaux en couches minces – Généralités**

Il n'existe pas d'exigence de dimension ou de construction pour l'isolation dans les matériaux en fines feuilles utilisés comme ISOLATION FONCTIONNELLE OU ISOLATION PRINCIPALE.

L'isolation en fines feuilles est permise pour l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ET l'ISOLATION RENFORCEE (voir Figure F.15), quelle que soit la distance à travers l'isolation, sous réserve que l'ensemble de ce qui suit s'applique:

- deux couches au moins sont utilisées;
- l'isolation se trouve à l'intérieur de l'ENVELOPPE du matériel;
- l'isolation n'est pas soumise à des manipulations ou à l'abrasion au cours de la maintenance par l'OPERATEUR; et
- les exigences et les essais de 2.10.5.7 (pour des couches séparées) ou de 2.10.5.8 (pour des couches non séparées) sont satisfaites.

Il n'est pas exigé que les deux ou plus de deux couches soient fixées à la même partie conductrice. Ces deux ou plus de deux couches peuvent être

- fixées à l'une des parties conductrices exigeant la séparation, ou
- partagées entre les deux parties conductrices, ou
- sans fixation sur aucune partie conductrice.

### **2.10.5.7 Matériau en fines feuilles séparables**

Pour l'isolation des couches en fines feuilles séparables, en plus des exigences de 2.10.5.6,

- l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE doit comprendre au moins deux couches de matériau, chacune d'elles satisfaisant à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE; ou
- l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE doit comprendre trois couches de matériau dans lesquelles toutes les combinaisons de deux couches ensemble satisfont à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE; ou
- l'ISOLATION RENFORCEE doit comprendre au moins deux couches de matériau, chacune d'elles satisfaisant à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION RENFORCEE; ou
- l'ISOLATION RENFORCEE doit comprendre trois couches de matériau dans lesquelles toutes les combinaisons de deux couches ensemble satisfont à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION RENFORCEE.

Il est permis que différentes couches d'isolation soient en matériaux différents ou d'épaisseurs différentes, ou les deux à la fois.

*La vérification est effectuée par examen et par l'essai de rigidité diélectrique de 2.10.5.9 ou de 2.10.5.10.*

### **2.10.5.8 Matériaux en couches minces non séparables**

Pour les isolations en matériaux en couches minces non séparables, les modalités d'essai du Tableau 2P s'appliquent en complément des exigences de 2.10.5.6.

Il est permis que différentes couches d'isolation soient en matériaux différents ou d'épaisseurs différentes, ou les deux à la fois.

*La conformité est vérifiée par examen et par les essais spécifiés au Tableau 2P.*

**Tableau 2P – Essais pour l'isolation en couches non séparables**

Nombre de couches	Procédure d'essai
ISOLATION SUPPLEMENTAIRE Deux ou plus de deux couches	La procédure d'essai de 2.10.5.9 est appliquée <sup>a</sup> .
ISOLATION RENFORCEE Deux couches: Trois ou plus de trois couches	La procédure d'essai de 2.10.5.9 est appliquée <sup>a</sup> . Les procédures d'essai de 2.10.5.9 et l'Annexe AA sont appliquées <sup>a</sup> .
<sup>a</sup> La procédure d'essai alternative de 2.10.5.10 ne peut pas être utilisée pour les couches non séparables.  NOTE L'objet des essais de l'Annexe AA est d'assurer que le matériau a une solidité adéquate pour résister aux dommages lorsqu'il est intégré dans des couches intérieures de l'isolation. Par conséquent, les essais ne sont pas appliqués à l'isolation en deux couches. Les essais de l'Annexe AA ne sont pas appliqués à l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE.	

### 2.10.5.9 Matériaux en fines feuilles – modalité d'essai normalisée

*Pour les couches séparables ou non séparables, les essais de rigidité diélectrique sont appliqués conformément à 5.2.2 à toutes les couches ensemble. La tension d'essai est:*

- 200 % de  $U_{\text{essai}}$  si deux couches sont utilisées; ou
- 150 % de  $U_{\text{essai}}$  si trois couches sont utilisées; ou

*lorsque  $U_{\text{essai}}$  est la tension d'essai spécifiée en 5.2.2 pour l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE selon ce qui est approprié.*

NOTE A moins que toutes les couches soient du même matériau et aient la même épaisseur, il est possible que la tension d'essai soit partagée de manière égale entre les couches en provoquant une rupture d'une couche qui aurait passé l'essai avec succès si elle avait été soumise à l'essai séparément.

### 2.10.5.10 Matériaux en fines feuilles – modalité d'essai alternative

*Si les couches peuvent être séparées pour des essais individuels, l'alternative suivante à la procédure d'essai normalisée de 2.10.5.9 est autorisée.*

*Les essais de rigidité diélectrique sont appliqués conformément à 5.2.2 en utilisant des tensions d'essai égales à la tension d'essai spécifiée en 5.2.2 pour l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE, selon ce qui est approprié.*

*Si deux couches sont utilisées, chaque couche doit passer l'essai avec succès.*

*Si trois ou plus de trois couches sont utilisées, chaque combinaison de deux couches doit passer l'essai avec succès.*

*Si trois ou plus de trois couches sont utilisées, il est permis de diviser ces couches en deux ou trois groupes pour les essais. Dans les essais de rigidité diélectrique ci-dessus, deux ou trois groupes sont soumis aux essais à la place de deux ou trois couches.*

*Un essai sur une couche ou un groupe de couches n'est pas répété sur une couche ou un groupe identique.*

### **2.10.5.11 Isolation des composants bobinés**

Les transformateurs planaires ne sont pas considérés comme des composants bobinés.

NOTE 1 Les transformateurs planaires sont soumis aux exigences de construction des cartes imprimées, voir 2.10.6.

Il n'existe pas d'exigence de dimension ou de construction pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE d'un composant bobiné.

Il est permis que l'ISOLATION PRINCIPALE, l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE à l'intérieur d'un composant soit assurée par

- l'isolation sur un fil de bobinage ou un autre fil (voir 2.10.5.12 ou 2.10.5.13); ou
- une autre isolation (voir 2.10.5.14); ou
- une combinaison des deux.

NOTE 2 De tels composants bobinés peuvent contenir des joints scellés, auquel cas 2.10.5.5 s'applique aussi.

Pour une DOUBLE ISOLATION entre le conducteur d'un fil et une autre partie conductrice, il est permis que l'ISOLATION PRINCIPALE soit assurée par une isolation conforme à 2.10.5.12 sur l'un des fils et par une ISOLATION SUPPLEMENTAIRE par une isolation supplémentaire conforme à 2.10.5.14 ou vice versa.

*Pour les critères de conformité, voir 2.10.5.1.*

*En outre, l'ISOLATION PRINCIPALE, l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE et l'ISOLATION RENFORCEE dans les composants bobinés finis doivent passer avec succès les ESSAIS INDIVIDUELS DE SERIE pour la rigidité diélectrique conformément à 5.2.2.*

### **2.10.5.12 Fil dans les composants bobinés**

Les exigences suivantes s'appliquent au fil de bobinage et aux autres fils dont l'isolation assure l'ISOLATION PRINCIPALE, l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE, selon ce qui est exigé.

L'émail à base de solvant n'est pas considéré comme fournissant une ISOLATION PRINCIPALE, SUPPLEMENTAIRE ou RENFORCEE. L'émail à base de solvant est accepté uniquement s'il est utilisé sur l'isolation de fils de bobinage comme cela est décrit en 2.10.5.13.

NOTE 1 Pour l'isolation fournie en plus de celle sur le fil de bobinage, voir 2.10.5.14.

Si la VALEUR DE CRETE DE LA TENSION DE SERVICE ne dépasse pas 71 V, il n'y a pas d'exigence de dimension ou de construction.

Si la VALEUR DE CRETE DE LA TENSION DE SERVICE dépasse 71 V, l'un des points suivants a), b) ou c) s'applique:

- a) Pour l'ISOLATION PRINCIPALE qui n'est pas sous contrainte (par exemple tension de bobinage), il n'y a pas d'exigence de dimension ou de construction. Pour l'isolation principale qui est soumise à une telle contrainte, b) ou c) s'applique.

NOTE 2 L'exception en a) ne s'applique pas à l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou à l'ISOLATION RENFORCEE.

- b) Pour l'ISOLATION PRINCIPALE, l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE, l'isolation sur le fil doit

- soit avoir une épaisseur d'au moins 0,4 mm assurée par une seule couche; soit
- être conforme à 2.10.5.6 et à l'Annexe U.

c) Le fil de bobinage doit être conforme à l'Annexe U. En outre, le nombre minimal de couches qui se chevauchent d'une bande enroulée en spirale ou de couches extrudées d'isolation doit être comme suit:

- pour l'ISOLATION PRINCIPALE: une couche;
- pour l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE: deux couches;
- pour l'ISOLATION RENFORCEE: trois couches.

Pour l'isolation entre deux fils de bobinage adjacents, une couche sur chaque conducteur est considérée comme fournissant une ISOLATION SUPPLEMENTAIRE.

Un ruban enroulé en spirale avec moins de 50 % de chevauchement est considéré comme constituant une couche.

Un ruban enroulé en spirale avec plus de 50 % de chevauchement est considéré comme constituant deux couches.

Un ruban enroulé en spirale doit être scellé et doit passer avec succès les essais de 2.10.5.5 a), b) ou c).

NOTE 3 Pour les fils isolés par un processus d'extrusion, le scellement est inhérent au processus.

Lorsque deux fils de bobinage ou un fil de bobinage et un autre fil sont en contact à l'intérieur d'un composant bobiné et se croisent avec un angle compris entre 45° et 90° et sont soumis à la tension de l'enroulement, une protection contre les contraintes mécaniques doit être prévue. Cette protection peut être obtenue, par exemple, en fournissant une séparation physique sous la forme d'un manchon isolant ou d'un matériau en feuille, ou en utilisant le double du nombre de couches d'isolants prescrit.

*Pour les critères de conformité, voir 2.10.5.1. Si les essais de l'Annexe U sont nécessaires, ils ne sont pas répétés si les données du matériau confirment la conformité.*

### **2.10.5.13 Fil avec émail à base de solvant dans des composants bobinés**

Il est permis d'utiliser de l'émail à base de solvant sur le fil de bobinage pour assurer la séparation électrique qui est considérée comme satisfaisant aux exigences de 2.3.2.1.

NOTE 1 L'émail à base de solvant n'est pas considéré comme fournissant une ISOLATION PRINCIPALE, SUPPLEMENTAIRE OU RENFORCEE, voir 2.10.5.12.

L'isolation de tous les conducteurs doit être en émail conforme aux exigences pour un fil de bobinage de niveau 2 selon l'une des normes de la série de la CEI 60317 avec l'ESSAI DE TYPE réalisé à une tension d'essai qui n'est pas inférieure à celle exigée en 5.2.2.

*La vérification est effectuée par examen et par les essais suivants.*

*Le composant fini est soumis à un ESSAI DE TYPE pour la résistance diélectrique (entre enroulements et entre les enroulements et le noyau (voir l'Article C.2) conformément à 5.2.2.*

*Le composant fini doit être soumis aux essais individuels de série de rigidité diélectrique d'une séparation électrique conformément à 5.2.2 en utilisant la tension d'essai de 1 000 V.*

*Les exigences de dimension et de construction de 2.10 et de l'Annexe G ne s'appliquent pas pour la conformité à 2.10.5.13.*

NOTE 2 Dans certains cas, 6.1.2.1 s'applique aussi.

NOTE 3 En Finlande, en Norvège et en Suède, il existe des exigences complémentaires d'isolation, voir 6.1.2.1 Note 2 et 6.1.2.2 Note.

#### 2.10.5.14 Isolation supplémentaire des composants bobinés

Les exigences suivantes s'appliquent à l'isolation dans un composant bobiné, fournie en plus de l'isolation sur le fil de bobinage ou l'autre fil. Cela inclut, par exemple:

- l'isolation entre bobinages; et
- l'isolation entre un fil de bobinage ou un autre fil et toute autre partie conductrice dans le composant bobiné.

NOTE Pour l'isolation sur le fil de bobinage lui-même, voir 2.10.5.12.

Si la VALEUR DE CRETE DE LA TENSION DE SERVICE ne dépasse pas 71 V, il n'y a pas d'exigence de dimension ou de construction.

Si la VALEUR DE CRETE DE LA TENSION DE SERVICE dépasse 71 V,

- pour l'ISOLATION PRINCIPALE qui n'est pas soumise à une contrainte mécanique, il n'y a pas d'exigence de dimension ou de construction;
- l'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE doit
  - soit avoir une épaisseur d'au moins 0,4 mm assurée par une seule couche; soit
  - être conforme à 2.10.5.6.

#### 2.10.6 Construction des cartes imprimées

NOTE 2.10.6 s'applique aux enroulements d'un transformateur planaire et d'un transformateur en céramique.

##### 2.10.6.1 Cartes imprimées sans revêtement

L'isolation entre les conducteurs sur les surfaces extérieures d'une carte imprimée sans revêtement doit être conforme aux exigences de DISTANCE DANS L'AIR minimale de 2.10.3 (ou de l'Annexe G) et de LIGNE DE FUITE minimale de 2.10.4.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures.*

##### 2.10.6.2 Cartes imprimées avec revêtement

Pour les cartes imprimées dont les surfaces extérieures doivent être revêtues d'un matériau adapté, les exigences suivantes s'appliquent aux parties conductrices avant qu'elles ne soient revêtues:

- les distances minimales de séparation du Tableau 2Q doivent être respectées; et
- la fabrication est soumise à un programme de contrôle de la qualité qui fournit au moins le même niveau d'assurance que l'exemple donné à l'Article A.1 de l'Annexe R. La DOUBLE ISOLATION et l'ISOLATION RENFORCEE doivent passer avec succès les ESSAIS INDIVIDUELS DE SERIE pour la rigidité diélectrique.

L'une des deux parties conductrices ou les deux, et au minimum 80 % des distances sur la surface entre les parties conductrices, doivent être revêtues.

Le mode de revêtement, le matériau de revêtement et le matériau de base doivent être tels qu'une qualité uniforme soit assurée et que les distances d'isolation considérées soient effectivement protégées.

Les DISTANCES DANS L'AIR minimales de 2.10.3 (ou de l'Annexe G) et les LIGNES DE FUITE minimales de 2.10.4 s'appliquent

- si les conditions ci-dessus ne sont pas satisfaites;
- entre deux parties conductrices quelconques sans revêtement; et
- sur l'extérieur du revêtement.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures en tenant compte de la Figure F.11 et par les essais de 2.10.8.*

**Tableau 2Q – Distances minimales de séparation pour les cartes imprimées avec revêtement**

<b>VALEUR DE CRÊTE DE LA TENSION DE SERVICE jusqu'à et y compris V-crête</b>	<b>ISOLATION FONCTIONNELLE, PRINCIPALE OU SUPPLÉMENTAIRE mm</b>	<b>ISOLATION RENFORCÉE mm</b>
90	0,1	0,2
180	0,2	0,4
230	0,3	0,6
285	0,4	0,8
355	0,6	1,2
455	0,8	1,6
570	1,0	2,0
710	1,3	2,6
895	1,8	3,6
1 135	2,4	3,8
1 450	2,8	4,0
1 800	3,4	4,2
2 300	4,1	4,6
2 850	5,0	5,0
3 550	6,3	6,3
4 550	8,2	8,2
5 700	10	10
7 100	13	13
8 950	16	16
11 350	20	20
14 200	26	26
18 000	33	33
23 000	43	43
28 500	55	55
35 500	70	70
45 500	86	86

Il est permis de procéder par interpolation linéaire entre les deux points les plus proches, la distance minimale de séparation étant arrondie à l'échelon de 0,1 mm immédiatement supérieur.  
Si la valeur minimale de la LIGNE DE FUITE spécifiée au Tableau 2N est inférieure à la distance de séparation minimale spécifiée ci-dessus, c'est la distance la plus faible qui s'applique.

<b>VALEUR DE CRETE DE LA TENSION DE SERVICE</b> <b>Jusques et y compris</b>  <b>V crête</b>	<b>ISOLATION PRINCIPALE OU ISOLATION SUPPLEMENTAIRE</b>  <b>mm</b>	<b>ISOLATION RENFORCEE</b>  <b>mm</b>
71 <sup>a</sup>	0,025	0,05
89 <sup>a</sup>	0,04	0,08
113 <sup>a</sup>	0,063	0,125
141 <sup>a</sup>	0,1	0,2
177 <sup>a</sup>	0,16	0,32
227 <sup>a</sup>	0,25	0,5
283 <sup>a</sup>	0,4	0,8
354 <sup>a</sup>	0,56	1,12
455 <sup>a</sup>	0,75	1,5
570	1,0	2,0
710	1,3	2,6
895	1,8	3,6
1 135	2,4	3,8
1 450	2,8	4,0
1 770	3,4	4,2
2 260	4,1	4,6
2 830	5,0	5,0
3 540	6,3	6,3
4 520	8,2	8,2
5 660	10,0	10,0
7 070	13,0	13,0
8 910	16,0	16,0
11 310	20,0	20,0
14 140	26,0	26,0
17 700	33,0	33,0
22 600	43,0	43,0
28 300	55,0	55,0
35 400	70,0	70,0
45 200	86,0	86,0
interpolation linéaire peut être utilisée entre les deux points les plus proches, la distance minimale de séparation calculée étant arrondie à l'échelon immédiatement supérieur spécifié, ou la valeur dans la rangée suivante, la plus petite de ces deux valeurs étant retenue. Pour les valeurs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ne dépassant 0,5 mm, l'échelon spécifié est 0,01 mm; et</li> <li>- pour celles supérieures à 0,5 mm, l'échelon spécifié est 0,1 mm.</li> </ul>		
<sup>a</sup> L'essai de 2.10.8 n'est pas requis.		

### 2.10.6.3 Isolation entre conducteurs sur la même surface interne d'une carte imprimée

Sur une surface interne d'une carte imprimée multi couches (voir Figure F.16), le chemin entre l'un des deux conducteurs doit être conforme aux exigences pour un joint scellé en 2.10.5.5.

#### 2.10.6.4 Isolation entre conducteurs sur différentes surfaces d'une carte imprimée

L'ISOLATION SUPPLEMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCEE entre parties conductrices sur différentes surfaces dans des cartes imprimées double face à couche unique, dans des cartes imprimées multi couches et dans des cartes imprimées à noyau métallique, doivent:

- soit avoir une épaisseur minimale de 0,4 mm; soit
- être conformes à l'une des spécifications et passer avec succès les essais correspondants du Tableau 2R.

Il n'existe pas d'exigence correspondante pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE ou l'ISOLATION PRINCIPALE.

*La vérification est effectuée par examen et par des mesures et, lorsque c'est approprié, par des essais.*

**Tableau 2R – Isolation dans les cartes imprimées**

Spécification de l'isolation	ESSAIS DE TYPE <sup>a</sup>	ESSAIS INDIVIDUELS DE SERIE pour l'essai de rigidité diélectrique <sup>c</sup>
Deux couches de matériau isolant en feuilles y compris le préreg <sup>b</sup>	Non	Oui
Trois couches ou plus de matériau isolant en feuilles y compris le préreg <sup>b</sup>	Non	Non
Un système d'isolation avec revêtement en céramique sur un substrat métallique, traité à $\geq 500$ °C	Non	Oui
Un système d'isolation avec deux revêtements ou plus dans une matière autre que la céramique sur un substrat métallique, traité à $< 500$ °C	Oui	Oui
NOTE 1 Préreg est le terme utilisé pour une couche de tissu de verre imprégné d'une résine préconditionnée. NOTE 2 Pour la définition de la céramique, voir le VEI 212-05-24.		
<sup>a</sup> Le conditionnement thermique de 2.10.8.2 suivi par l'essai de rigidité diélectrique de 5.2.2.		
<sup>b</sup> Les couches sont comptées avant traitement.		
<sup>c</sup> L'essai de rigidité diélectrique est effectué sur la carte imprimée finie.		

#### 2.10.7 Terminaisons externes des composants

Il est permis d'utiliser des revêtements sur les terminaisons externes des composants pour augmenter les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE efficaces (voir la Figure F.10). Les distances minimales de séparation du Tableau 2Q s'appliquent au composant avant application du revêtement et le revêtement doit satisfaire à toutes les exigences de 2.10.6.2 y compris les dispositions relatives au contrôle de la qualité.

L'arrangement mécanique et la rigidité des terminaisons doivent être suffisants pour assurer que, pendant la manipulation normale, l'assemblage dans le matériel et l'utilisation ultérieure, les terminaisons ne seront pas soumises à des déformations qui risqueraient de faire craquer le revêtement ou de réduire les distances de séparation entre parties conductrices au-dessous des valeurs du Tableau 2Q (voir 2.10.6.2).

*La vérification est effectuée par examen en tenant compte de la Figure F.10, et en effectuant la séquence d'essais couverte par 2.10.8.1, 2.10.8.2 et 2.10.8.3. Ces essais sont effectués sur un ensemble complet y compris le ou les composants.*

*De même, l'essai de résistance à l'abrasion de 2.10.8.4 est effectué sur une carte de circuit imprimé spécialement préparée comme décrit pour l'échantillon 3 de 2.10.8.1, excepté que la séparation entre les parties conductrices doit être représentative des séparations minimales et des différences de potentiel maximales utilisées dans l'ensemble.*

## **2.10.8 Essais sur les cartes imprimées et les composants avec revêtement**

### **2.10.8.1 Préparation des échantillons et examen préliminaire**

*Trois cartes échantillons (ou, pour les composants avec revêtement en 2.10.7, deux composants et une carte) identifiées comme échantillons 1, 2 et 3 sont nécessaires. L'emploi de cartes réelles ou d'échantillons fabriqués spécialement avec un revêtement représentatif et les séparations minimales est permis. Chaque carte échantillon doit être représentative des séparations minimales utilisées et est revêtue. Chaque carte échantillon est soumise à la séquence totale des opérations de fabrication, y compris le soudage et le nettoyage, auxquelles la carte est normalement soumise pendant l'assemblage du matériel.*

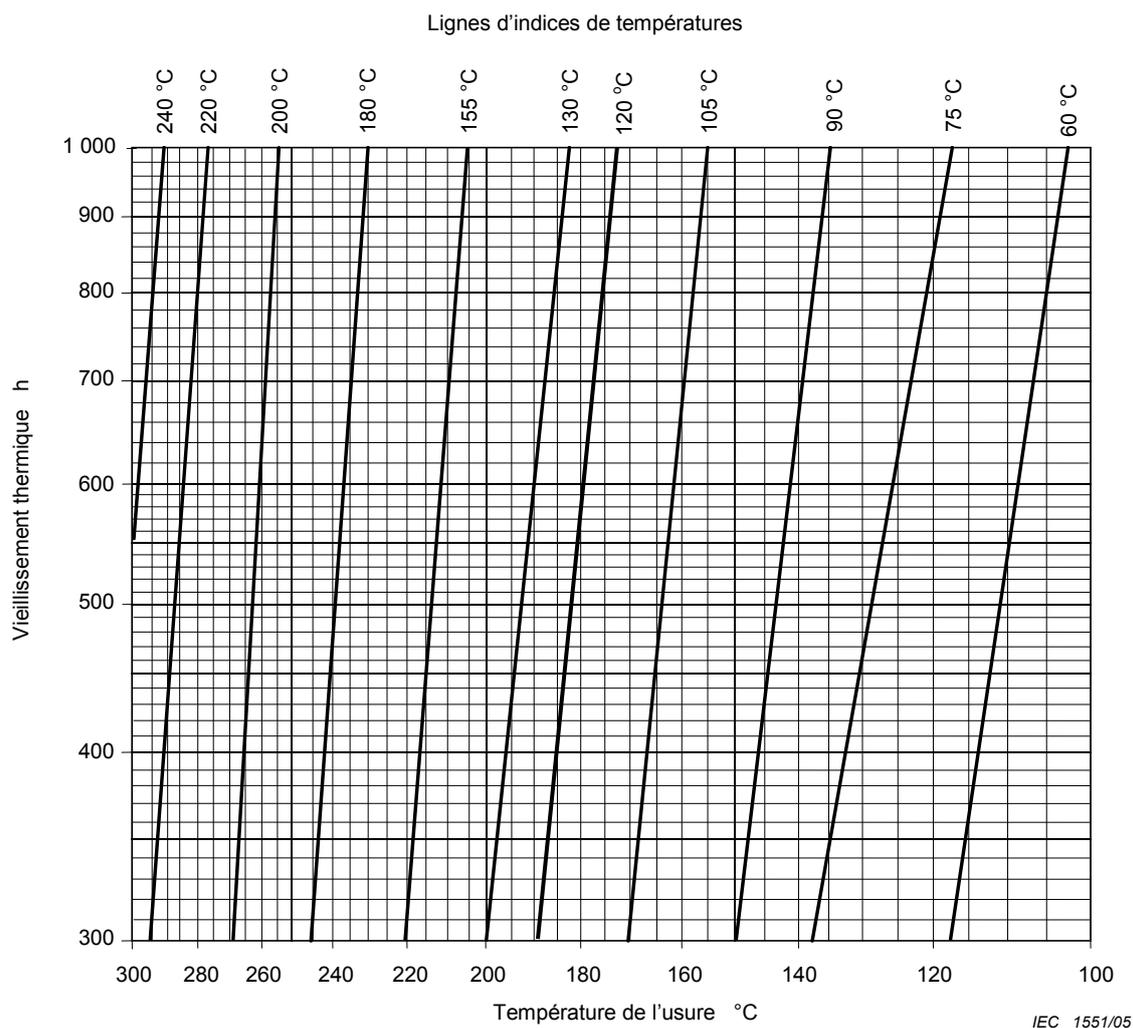
*Lors de l'examen visuel, les cartes ne doivent présenter ni micro-trous ni bulles dans le revêtement ni rupture des pistes conductrices aux coins.*

### **2.10.8.2 Conditionnement thermique**

*L'échantillon 1 (voir 2.10.8.1) est soumis à la séquence du cycle thermique de 2.10.9.*

*L'échantillon 2 est vieilli dans une étuve ventilée à une température et pendant une durée choisies sur la Figure 2J, en utilisant la ligne d'indice de température qui correspond à la température maximale de fonctionnement de la carte imprimée. La température de l'étuve est maintenue à la température spécifiée  $\pm 2$  °C. La température utilisée pour déterminer la ligne d'indice de température est la température la plus élevée sur la carte lorsque la sécurité est impliquée.*

*Lorsqu'on utilise la Figure 2J, il est permis d'effectuer une interpolation entre les deux lignes d'indice de température les plus proches.*



**Figure 2J – Durée de vieillissement thermique**

### 2.10.8.3 Essai de rigidité diélectrique

*Les échantillons 1 et 2 (voir 2.10.8.1) sont ensuite soumis à l'épreuve hygroscopique de 2.9.2 puis doivent satisfaire à l'essai applicable de rigidité diélectrique entre conducteurs de 5.2.2.*

### 2.10.8.4 Essai de résistance à l'abrasion

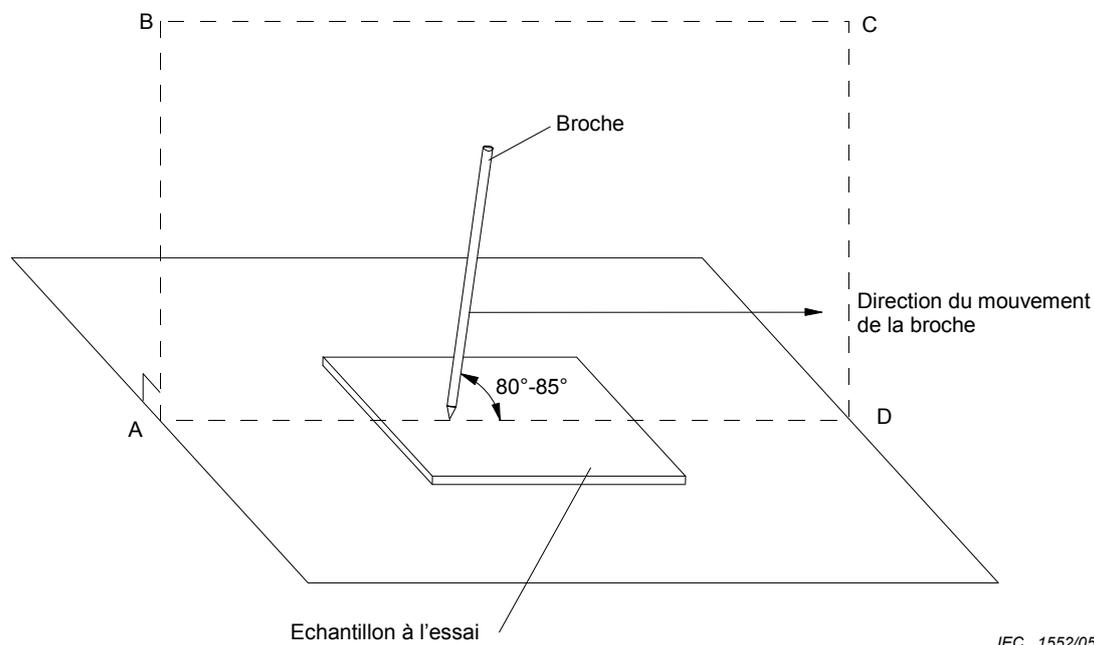
*La carte échantillon 3 (voir 2.10.8.1) est soumise à l'essai suivant.*

*Des rayures sont faites à travers cinq paires de parties conductrices et les séparations intermédiaires aux points où les séparations seront soumises à la différence de potentiel maximale pendant les essais.*

*Les rayures sont faites au moyen d'une broche d'acier trempé dont l'extrémité a la forme d'un cône ayant un angle au sommet de 40°, la pointe étant arrondie et polie, avec un rayon de 0,25 mm ± 0,02 mm.*

*Les rayures sont faites en déplaçant la broche sur la surface dans un plan perpendiculaire aux conducteurs à une vitesse de 20 mm/s ± 5 mm/s comme indiqué sur la Figure 2K. La broche est appuyée de telle sorte que la force exercée suivant son axe soit de 10 N ± 0,5 N. Les rayures doivent être distantes d'au moins 5 mm et sont à au moins 5 mm du bord de l'échantillon.*

Après cet essai, la couche de revêtement ne doit ni s'être relâchée ni s'être percée et elle doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique entre les conducteurs comme spécifié en 5.2.2. Dans le cas de cartes imprimées à noyau métallique, le substrat est l'un des conducteurs.



NOTE La broche est dans le plan ABCD qui est perpendiculaire à l'échantillon à l'essai.

**Figure 2K – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement**

### 2.10.9 Cycles thermiques

La séquence suivante de cycles thermiques est utilisée si cela est prescrit par 2.10.8.2, 2.10.10 ou 2.10.11.

Un échantillon d'un composant ou sous-ensemble est soumis à la séquence d'essais suivante. Pour les transformateurs, les coupleurs magnétiques et les dispositifs analogues dans lesquels la sécurité dépend de l'isolation, une tension de 500 V efficace à une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz est appliquée entre les enroulements et également entre les enroulements et les autres parties conductrices pendant l'essai de cycles thermiques suivant.

L'échantillon est soumis dix fois au cycle thermique suivant:

68 h à	$T_1 \pm 2 \text{ °C};$
1 h à	$25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C};$
2 h à	$0 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C};$
pas moins de 1 h à	$25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}.$

$T_1 = T_2 + T_{ma} - T_{amb} + 10 \text{ K}$ , mesurées conformément à 1.4.5 et, lorsque c'est applicable, à 1.4.13, ou  $85 \text{ °C}$ , suivant la valeur la plus élevée. Toutefois, la marge de 10 K n'est pas ajoutée si la température est mesurée par un thermocouple enfoui ou par la méthode par résistance.

$T_2$  est la température des parties mesurée pendant l'essai de 4.5.2.

La signification de  $T_{ma}$  et  $T_{amb}$  est donnée en 1.4.12.1.