



| Indice de Révision | Date de mise en application |
|--------------------|-----------------------------|
| C                  | 15/03/2017                  |

# Cahier Technique E

*Tests de conformité*



## Table des matières

---

|   |          |
|---|----------|
| <b>TABLE DES MATIERES.....</b>  | <b>1</b> |
| <b>1 PRINCIPE .....</b>   | <b>2</b> |
| <b>2 CRITERES DE CONFORMITE DE LA VALEUR THERMIQUE DECLAREE .....</b>   | <b>2</b> |
| 2.1 TEST DE CONFORMITE POUR LES PRODUITS A CONDUCTIVITE THERMIQUE UNIQUE .....  | 2        |
| 2.2 TEST DE CONFORMITE POUR LES PRODUITS CARACTERISES PAR PLUSIEURS PLAGE DE CONDUCTIVITE THERMIQUE (TEST « MULTI-LAMBDA ») .....     | 4        |
| 2.3 TEST DE CONFORMITE POUR LES PRODUITS DONT SEULE LA RESISTANCE THERMIQUE R PEUT ETRE CERTIFIEE .....                               | 5        |
| 2.4 TEST DE CONFORMITE POUR LES PRODUITS EN VRAC DONT LA CONDUCTIVITE THERMIQUE EST MODELISEE EN FONCTION DE LA MASSE VOLUMIQUE ..... | 6        |



## 1 Principe

---

On appelle test de conformité la vérification périodique des valeurs déclarées par le fabricant par le pilote Acermi. Cette vérification repose en premier lieu sur des mesures réalisées par ce pilote, accompagnées d'un calcul statistique permettant de fiabiliser la valeur déclarée par rapport aux valeurs d'essais obtenues.

## 2 Critères de conformité de la valeur thermique déclarée

---

La déclaration de la valeur thermique repose sur :

- l'épaisseur du produit
- l'effet du vieillissement
- l'influence de l'humidité
- la masse volumique du produit
- l'émissivité

Les modalités relatives à ces critères sont définies dans les référentiels techniques des produits.

Pour les caractéristiques thermiques, la conformité est vérifiée selon une des méthodes suivante.

### 2.1 Test de conformité pour les produits à conductivité thermique unique

#### 2.1.1 Mesures

Le nombre d'échantillons prélevés, pour un produit ou un groupe de produits, pour lequel une seule valeur de conductivité thermique est déclarée par le fabricant dépend du nombre de lignes dans lesquelles le produit ou le groupe de produits est fabriqué :

- De 1 à 4 lignes : 4 échantillons sont prélevés (couvrant l'ensemble des lignes).
- Au delà de 4 lignes : le nombre d'échantillons prélevés est égal au nombre de lignes.

La valeur  $\lambda_i$  de chaque échantillon s'obtient à partir de la moyenne arithmétique des mesures de  $m$  éprouvettes ou paires d'éprouvettes (pour les dispositifs de mesure en comportant deux), découpées aux dimensions du dispositif de mesure,  $m$  étant fonction de la surface  $S$  des éprouvettes tel que :

|         |   |
|---------|---|
| $m = 1$ | $S \geq 0,5 \text{ m}^2$                    |
| $m = 2$ | $0,06 \text{ m}^2 \leq S < 0,5 \text{ m}^2$ |



$$m = 4$$

$$0,01 \text{ m}^2 \leq S < 0,06 \text{ m}^2$$

Les résultats sont arrondis à 0,1 mW/(m.K) près.

### 2.1.2 Calcul

Pour  $n$  échantillons prélevés par le pilote, la valeur moyenne et l'écart-type sur la conductivité thermique sont calculés selon :

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n-1}}$$

Les  $\lambda_i$  utilisés sont les valeurs avant arrondi

On définit le paramètre  $\alpha$ , donné dans le tableau suivant en fonction du nombre d'échantillons :

|          |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|
| n        | 4    | 5    | 6    | 7    |
| $\alpha$ | 0,44 | 0,52 | 0,58 | 0,61 |

Selon la base choisie par le fabricant pour calculer les résistances thermiques déclarées, on retient la conductivité thermique pour le calcul :

- $\lambda_D$ , valeur de conductivité thermique déclarée par le fabricant, lorsque cette valeur est utilisée pour calculer la(les) résistance(s) thermique(s) déclarée(s)  $R_D$
- $\lambda_{90/90}$ , valeur de conductivité au fractile 90/90 déterminée en accord avec le pilote, arrondie à 0,1 mW/(m.K) près, lorsque cette est utilisée pour calculer la résistance(s) thermique(s) déclarée(s)  $R_D$
- 

Le produit est alors jugé conforme si l'inéquation suivante est vérifiée :

$$\lambda_D \geq \bar{\lambda} + \alpha * s$$

ou

$$\lambda_{90/90} \geq \bar{\lambda} + \alpha * s$$

De plus, lorsque le fabricant souhaite obtenir la certification key-mark pour son produit, les règles de la key-mark s'appliquent.



## 2.2 Test de conformité pour les produits caractérisés par plusieurs plage de conductivité thermique (test « multi-lambda »)

C'est le cas des produits manufacturés pour lesquels toutes les épaisseurs ne sont pas thermiquement identiques (produits à conductivités thermiques multiples), ainsi que des produits en vrac pour lesquels la conductivité thermique est définie par plage de masse volumique.

Dans ces situations, pour les produits en plaques, panneaux et rouleaux, un seul test est effectué par produit, aussi bien lors de l'admission qu'en suivi. Pour les produits en vrac, le test de conformité retenu est celui du paragraphe 2.1 sur chaque plage de masse volumique lors de l'admission, alors qu'un seul test est réalisé par produit lors du suivi, selon les modalités ci-après.

Ce test prend en compte les différentes plages de conductivité thermique, et le nombre d'échantillons requis est donc augmenté par rapport au paragraphe 2.1.

Le test de conformité n'est possible que si la dispersion de la population est identique dans chaque usine (produit fabriqué dans plusieurs usines) et/ou sur chaque plage de conductivité thermique.

### 2.2.1 Mesures

Le nombre d'échantillons « N » pour le test est déterminé en fonction du nombre total « L » de lignes ou d'usines de production (telles que définies dans la norme produit correspondante), ainsi que du nombre total « P » de plages de conductivités thermiques de référence différentes.

$$N = \max(4; L) + P - 1$$

La valeur mesurée  $\lambda_i$  de chaque échantillon s'obtient en appliquant les modalités du § 2.1.1.

### 2.2.2 Calcul

On retient pour le calcul la conductivité thermique  $\lambda_{ref,i}$  pour la plage de conductivité thermique de l'échantillon  $i$ . Selon la base choisie par le fabricant pour calculer les résistances thermiques déclarées, pour chaque plage, la conductivité  $\lambda_{ref,i}$  correspond au choix à :

- la valeur de conductivité thermique déclarée par le fabricant pour cette plage
- la valeur de conductivité au fractile 90/90 pour cette plage, arrondie à 0,1 mW/(m.K) près

Pour chaque échantillon  $i$ , calculer :  $\lambda_{r,i} = \frac{\lambda_i}{\lambda_{ref,i}}$

Pour les  $N$  échantillons, calculer :

$$\bar{\lambda}_r = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \lambda_{r,i} \quad \text{et} \quad s_r = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (\lambda_{r,i} - \bar{\lambda}_r)^2}$$

On définit le paramètre  $\alpha$ , donné dans le tableau suivant en fonction du nombre  $N$  d'échantillons :



|   |            |
|---|------------|
| Cahier Technique E<br>Tests de conformité | Révision C |
|---|------------|

|          |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|
| N        | 4    | 5    | 6    | 7    |
| $\alpha$ | 0,44 | 0,52 | 0,58 | 0,61 |

Le produit est alors jugé conforme si l'inégalité suivante est vérifiée :

$$\bar{\lambda}_r + (\alpha \times s_r) \leq 1$$

### 2.3 Test de conformité pour les produits dont seule la résistance thermique R peut être certifiée

Pour un produit dont seule la résistance thermique peut être exprimée (produit multicouches par exemple), le test de conformité thermique est effectué pour chaque épaisseur de produit.

#### 2.3.1 Mesures

Le nombre d'échantillons « N » pour le test est déterminé en fonction du nombre total « L » de lignes ou d'usines de production.

$$N = \max(4; L)$$

La valeur  $R_i$  de résistance thermique de chaque échantillon  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ) s'obtient à partir de la moyenne arithmétique des mesures de  $m$  éprouvettes ou paires d'éprouvettes (pour les dispositifs de mesure en comportant deux), découpées aux dimensions du dispositif de mesure,  $m$  étant fonction de la surface S des éprouvettes tel que :

|         |  |
|---------|--|
| $m = 1$ | $S \geq 0,5 \text{ m}^2$                     |
| $m = 2$ | $0,06 \text{ m}^2 \leq S < 0,5 \text{ m}^2$  |
| $m = 4$ | $0,01 \text{ m}^2 \leq S < 0,06 \text{ m}^2$ |

Les résultats sont arrondis à 0,01 m<sup>2</sup>.K/W près.

#### 2.3.2 Calcul

En notant  $R_D$  la résistance thermique déclarée pour l'épaisseur considérée, calculer pour chaque échantillon  $i$  :

$$R_{r,i} = \frac{R_i}{R_D}$$

Pour les  $N$  échantillons, calculer :

$$\bar{R}_r = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N R_{r,i} \quad \text{et} \quad s_r = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (R_{r,i} - \bar{R}_r)^2}$$

On définit le paramètre  $\alpha$ , donné dans le tableau suivant en fonction du nombre  $N$  d'échantillons :



|          |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|
| N        | 4    | 5    | 6    | 7    |
| $\alpha$ | 0,44 | 0,52 | 0,58 | 0,61 |

Le produit est alors jugé conforme si l'inéquation suivante est vérifiée :

$$\bar{R}_r - (\alpha \times s_r) \geq 1$$

## 2.4 Test de conformité pour les produits en vrac dont la conductivité thermique est modélisée en fonction de la masse volumique

Pour ces produits, la valeur déclarée de conductivité thermique est établie sur la base d'une courbe de conductivités thermiques en fonction de la masse volumique.

Le principe de ce test de conformité est de vérifier la courbe de modélisation  $\lambda = f(\rho)$ , définie sur la base d'une loi de type :

$$\lambda(\rho) = A + B\rho + \frac{C}{\rho}$$

Dans le cas de où le produit est fabriqué sur plusieurs lignes de production, le test de conformité n'est possible que si la dispersion de la population est identique dans chaque usine (produit fabriqué dans plusieurs usines) et/ou sur chaque plage d'épaisseur.

### 2.4.1 Mesures

Le nombre d'échantillons « N » pour le test est déterminé en fonction du nombre total « L » de lignes de production.

$$N = 6L \quad \text{en admission}$$

$$N = 1 + 2L \quad \text{en suivi}$$

Dans chaque cas, un échantillon supplémentaire peut être nécessaire lors du calcul, et il convient de prélever cet échantillon et de préparer les éprouvettes d'essais en même temps que les autres.

Pour chaque échantillon *i* constitué des éprouvettes *i1* et *i2* :

- Déterminer les masses volumiques  $\rho_{i1}$  et  $\rho_{i2}$  des éprouvettes de conductivités thermiques
- Mesurer les conductivités thermiques associées  $\lambda_{\text{mes } i1}$  et  $\lambda_{\text{mes } i2}$

### 2.4.2 Calcul

A partir de la courbe de modélisation  $\lambda = f(\rho)$ , déterminer, pour chaque éprouvette *i1* et *i2* la valeur de conductivité thermique  $\lambda_{\text{mod } i1}$  et  $\lambda_{\text{mod } i2}$  correspondant aux masses volumiques  $\rho_{i1}$  et  $\rho_{i2}$  :

$$\lambda_{\text{mod } i1} = f(\rho_{i1}) \text{ et } \lambda_{\text{mod } i2} = f(\rho_{i2})$$



Pour chaque éprouvette  $i1$  et  $i2$ , déterminer les bornes respectives  $B_{i1}$  et  $B_{i2}$ :

$$B_{i1} = \frac{\lambda_{mesi1} - \lambda_{modi1}}{\lambda_{modi1}} \text{ et } B_{i2} = \frac{\lambda_{mesi2} - \lambda_{modi2}}{\lambda_{modi2}}$$

Puis la borne  $B_i$  de l'échantillon  $i$  :

$$B_i = \left| \frac{B_{i1} + B_{i2}}{2} \right|$$

Pour les  $N$  échantillons, déterminer l'indicateur  $S$  :

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\lambda_{mesi1} - \lambda_{modi1}}{\lambda_{modi1}} \right) + \sum_{i=1}^N \left( \frac{\lambda_{mesi2} - \lambda_{modi2}}{\lambda_{modi2}} \right)}{2N}$$

Le produit est alors jugé conforme si :

- l'indicateur  $S \leq 0,03$  et si aucune valeur des bornes  $B_i > 0,06$   
ou
- l'indicateur  $S \leq 0,03$  et si une seule valeur des bornes  $B_i > 0,06$  mais pour l'échantillon supplémentaire mesuré  $B_{N+1} \leq 0,06$

Le produit est jugé non conforme si :

- l'indicateur  $S > 0,03$   
ou
- si au moins deux valeurs des bornes  $B_i > 0,06$   
ou
- si une seule valeur des bornes  $B_i > 0,06$  et pour l'échantillon supplémentaire mesuré  $B_{N+1} > 0,06$