

RAPPORT D'ESSAI

**Ce rapport d'essai annule et remplace le rapport d'essai référencé :
Dossier E014772 – Document CEMAT/1 en date du 09 mars 2004**

Demandeur : WINCO Technologies
8 rue du Boisillon
22950 TREGUEUX

Date de la demande : Entretien téléphonique du 22/01/04.

Objet : Détermination de la résistance thermique d'un produit
constitué d'une nappe aiguilletée revêtue d'aluminium.

Document de référence : Norme internationale ISO 8302

Identification des échantillons : REFLEXTHERM

La reproduction du présent document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Il comporte 9 pages.

1. IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS

Le Demandeur a remis au Laboratoire National d'Essais une série de 6 échantillons d'un produit constitué d'une nappe nappe aiguilletée revêtue sur chacune de ses faces d'aluminium portant la désignation commerciale suivante : REFLEXTHERM.

2. CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES D'ESSAI

2.1. PREPARATION DES EPROUVETTES D'ESSAI

Pour satisfaire les exigences de la mesure, les deux éprouvettes d'essai sont chacune constituées d'un empilage de 3 échantillons.

2.2. CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES D'ESSAI

Les caractéristiques physiques des éprouvettes d'essai sont rassemblées dans le tableau 1.

Référence des éprouvettes	Nombre d'échantillons	Dimensions L (mm) x l (mm) x d (mm)	Masse surfacique totale (kg/m ²)	Masse surfacique unitaire (kg/m ²)
E014772/1-3-6	3	605 x 605 x 24,4	4,3	1,4
E014772/2-4-5	3	605 x 605 x 24,5	4,3	1,4

L = longueur

l = largeur

d = épaisseur

Tableau 1 : Caractéristiques des éprouvettes d'essai.

suite du rapport page suivante

3. CONDITIONS DE LA MESURE

La mesure de résistance thermique a été réalisée conformément aux dispositions de la norme internationale ISO 8302 (méthode de la plaque chaude gardée). Les principales caractéristiques de l'appareillage et le mode opératoire sont précisés à l'annexe 1.

4. RESULTATS DES MESURES

Les résultats des mesures de la résistance thermique des éprouvettes d'essai (empilage de 3 échantillons) à 10 °C sont rassemblés dans le tableau 2.

4.1. TEMPERATURE MOYENNE : 10 °C

Identification des éprouvettes					: E014772/1-3-6 et E014772/2-4-5						
Epaisseur moyenne pour la mesure d _m					: 24,4 mm						
Date de la mesure					: 20 février 2004						
Densité de flux (W/m²)	Température							Ecart de température (°C)			Résistance (m².K/W)
	faces chaudes		faces froides		moyennes						
φ/2A	θ _{c1}	θ _{c2}	θ _{f1}	θ _{f2}	θ _{m1}	θ _{m2}	θ _m	Δθ ₁	Δθ ₂	Δθ _m	R _m
21,99	17,39	17,51	2,47	2,52	9,93	10,01	9,97	14,93	14,99	14,96	0,681
θ _{m1} = (θ _{c1} + θ _{f1}) / 2 θ _{m2} = (θ _{c2} + θ _{f2}) / 2 θ _m = (θ _{m1} + θ _{m2}) / 2											
Δθ ₁ = (θ _{c1} - θ _{f1}) Δθ ₂ = (θ _{c2} - θ _{f2}) Δθ _m = (Δθ ₁ +Δθ ₂) / 2											

Tableau 2 : Mesure à 10°C sur la paire d'éprouvettes E014772/1-3-6 et E014772/2-4-5.

suite du rapport page suivante

5. SYNTHÈSE DES RESULTATS DE MESURE

Compte tenu de l'empilage de plusieurs échantillons lors de la mesure, la résistance thermique du produit est calculée en divisant la résistance thermique mesurée (cf. tableau 2) par le nombre d'échantillons constituant chaque éprouvette d'essai.

La synthèse des résultats est donnée dans le tableau 3.

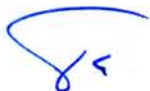
Référence commerciale	Date mesure	Epaisseur éprouvette (mm)	Température moyenne (°C)	Conductivité thermique équivalente* (W/(m.K))	Résistance thermique (m ² /(K.W))	Incertitude Rth (k=2)
REFLEXTHERM	20/02/04	8,1	10,0	0,036	0,227	± 0,003
La conductivité thermique mentionnée dans ce tableau n'est pas une conductivité thermique utile au sens du DTU "Règles Th-Bat", ni une valeur certifiée du produit						

* conductivité thermique d'un matériau fictif homogène qui aurait la même épaisseur que les trois couches de matériau testé, nécessaires à la réalisation de la mesure.

Tableau 3 : Synthèse des résultats.

Trappes, le 30 mars 2004

Le Chef de la Division
ENERGIE ET PRODUITS
POUR LA CONSTRUCTION



Gianni VENUTI

Réalisation de l'essai
Raphaël RAISSON

Le Responsable Technique




Benoît DOUCEY

Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons, aux produits ou aux matériels soumis au LNE et tels qu'ils sont définis dans le présent document.

ANNEXE 1 : METHODOLOGIE DE MESURE ET EXPRESSION DES RESULTATS

Les mesures sont effectuées à l'aide d'un conductimètre fonctionnant suivant les conditions définies par la norme internationale ISO 8302.

Le conductimètre est un appareillage à deux éprouvettes empilées horizontalement, avec garde auxiliaire et isolation latérale périphérique.

Il permet de mesurer la conductivité thermique de matériaux faiblement conducteurs dans les gammes de fonctionnement suivantes :

- conductivité thermique : 0,015 / 1,5 W/(m.K),
- épaisseur d'éprouvette : 0,010 / 0,160 m,
- température moyenne : 268 K / 333 K (-10 °C/+ 60 °C).

1. PRINCIPE DE MESURE

Le principe de fonctionnement d'une *appareillage à plaque chaude gardée* consiste à reproduire dans une installation de dimensions finies les conditions du transfert de chaleur à travers une plaque infinie limitée par deux plans parallèles et isothermes (maintien d'un champ thermique uniforme et unidirectionnel).

Après établissement d'une densité de flux thermique constante et uniforme à travers les deux éprouvettes situées de part et d'autre de la plaque chaude gardée, on détermine le flux surfacique à partir de la mesure de la puissance électrique dissipée dans la zone de mesure de la plaque chaude (flux thermique ϕ) et de la surface de la zone de mesure S , puis on mesure la température moyenne des faces chaudes θ_{c1} et θ_{c2} , et des faces froides θ_{f1} et θ_{f2} des éprouvettes.

2. DESCRIPTION DE L'APPAREILLAGE

L'appareillage de mesure comprend l'empilage de mesure (plaques froides, plaque chaude gardée et les deux éprouvettes) et une instrumentation permettant de contrôler et de mesurer la température des plaques et des deux éprouvettes ainsi que la puissance dissipée dans la zone de mesure.

suite du rapport page suivante

2.1. EMPILAGE DE MESURE

Le dispositif d'essai est constitué par un empilage horizontal comportant les éléments suivants (cf. figure 1 de l'annexe 1) :

- au centre, une plaque chauffante dénommée plaque chaude gardée,
- deux éprouvettes identiques issues du matériau soumis à l'essai et disposées symétriquement au contact de part et d'autre de cette plaque chauffante,
- l'autre face de ces éprouvettes est en contact avec une plaque à circulation de liquide dénommée plaque froide,
- les mesures de température se font à l'aide de 5 thermocouples par face noyés dans le carré central de chaque plaque. Les mesures de température des plaques correspondent aux valeurs de températures de surface des éprouvettes en essai. Dans le cas de matériaux très rigides, des thermocouples sont placés sur chaque face des éprouvettes afin de mesurer la température de surface des éprouvettes.

Cet empilage est placé dans une enceinte isolée (dimensions externes : 1,10 m x 1,10 m) et réglée à la température moyenne des éprouvettes en essai; l'ensemble étant placé dans une pièce climatisée.

Afin de limiter les fuites latérales dans les plaques et dans les deux éprouvettes, l'espace entre l'anneau périphérique (garde latérale) et la plaque chaude gardée est comblé par des granulats légers isolants (vermiculite non hygroscopique).

Les principales dimensions sont les suivantes :

- surface totale des plaques chaudes et froides : 610 mm x 610 mm,
- largeur de la zone de mesure (de centre de fente à centre de fente) : 300 mm,
- largeur de la fente : 1 mm,
- largeur de la garde (de centre de fente au bord externe de la garde) : 155 mm.

suite du rapport page suivante

2.2. CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS CONSTITUANT L'EMPILAGE

2.2.1. Plaque chauffante

La plaque chauffante comprend deux éléments chauffants alimentés électriquement placés entre deux plaques métalliques d'uniformisation des températures; ces plaques comportent une zone centrale de 299 mm x 299 mm séparée de la zone périphérique par une fente de 1 mm de largeur, formant ainsi une coupure thermique.

L'élément chauffant central (460 mm x 460 mm) et l'élément périphérique sont alimentés en courant continu par deux circuits indépendants.

La puissance délivrée dans l'élément périphérique est ajustée automatiquement par un régulateur de zéro dont le signal d'entrée est fourni par une thermopile (sensibilité de 2240 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$) amplifiant le déséquilibre de température des plaques d'uniformisation de part et d'autre de la fente.

2.2.2. Plaques froides

Elles sont réalisées à partir d'une plaque massive en aluminium dans laquelle a été usiné un serpentín à double enroulement spiralé. Ces serpentins sont alimentés par circulation d'eau glycolée (- 15 $^\circ\text{C}$ à + 55 $^\circ\text{C}$) fournie par un bain thermostaté très stable (régulation interne du bain $\pm 0,02$ $^\circ\text{C}$).

suite du rapport page suivante

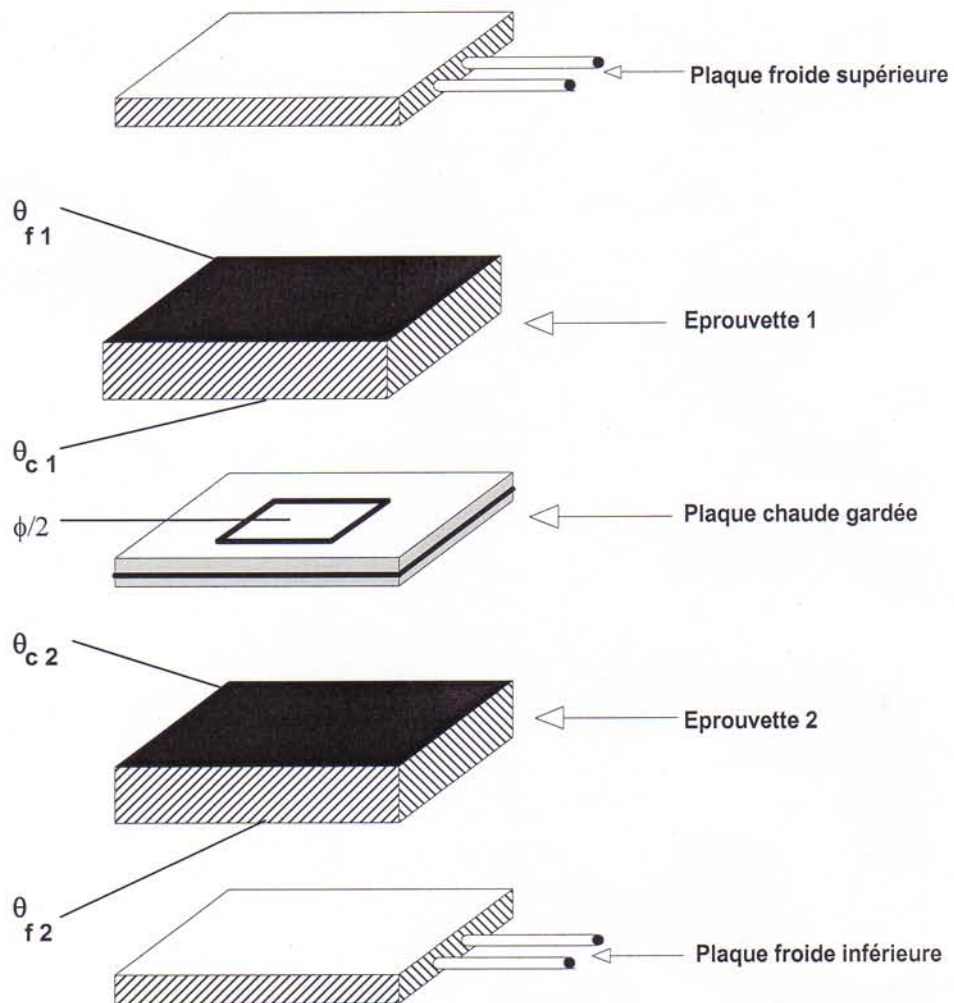


Figure 1 : Empilage de mesure

2.3. ACQUISITION ET TRAITEMENT DES MESURES

L'acquisition de l'ensemble des mesures nécessaires (forces électromotrices thermoélectriques pour les diverses températures, tension et courant d'alimentation de la zone de mesure, thermopiles de mesure du déséquilibre thermique entre carré central et anneau de garde), leur traitement immédiat et leur sauvegarde sont effectués à un intervalle de scrutation prédéfini par un programme implanté dans un micro-ordinateur connecté à la centrale de mesure.

3. EXPRESSION DES RESULTATS

Le résultat de la mesure de la résistance thermique R_m ($m^2.K/W$) et/ou la conductivité thermique moyenne d'une paire d'éprouvettes λ_m ($W/(m.K)$) est déterminé après validation de deux critères de convergence (pente et écart type) définissant l'obtention du régime stationnaire sur une fenêtre de 16 heures dans laquelle une mesure est effectuée toutes les deux minutes ($n = 480$); les deux grandeurs R_m et λ_m sont données par la formule :

$$R_m = \frac{d_m}{\lambda_m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n=480} \frac{2 S \Delta\theta_m}{\Phi}$$

- avec :
- Φ : puissance dissipée dans la zone de mesure (W)
 - d_m : épaisseur moyenne des deux éprouvettes (m)
 - S : surface de mesure (m^2) (carré de 300 mm de côté)
 - n : nombre de mesures
 - $\Delta\theta_m$: différence de température moyenne (K)

$$\Delta\theta_m = \frac{(\theta_{c1} - \theta_{f1}) + (\theta_{c2} - \theta_{f2})}{4}$$

θ est la température moyenne d'une face
 l'indice c indique une face chaude
 l'indice f indique une face froide
 l'indice 1 indique une face supérieure
 l'indice 2 indique une face inférieure

La résistance thermique R_m et/ou la conductivité thermique λ_m seront alors définies à la température moyenne θ_m de l'éprouvette telle que :

$$\theta_m = \frac{\theta_{c1} + \theta_{f1} + \theta_{c2} + \theta_{f2}}{4}$$

fin du rapport d'essai