

Base de données de produits dans le cadre de la réglementation PEB

MATERIAU D'ISOLATION THERMIQUE

doc_1.1 Add1_S.a_FR_isolant thermique_v2.0_20090804.doc

4 août 2009

Addendum 1 : panneaux isolants sous vide

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	3
2	DEFINITIONS.....	3
3	CLASSIFICATION DE PRODUITS.....	3
4	METHODE DE DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES.....	3
4.1	<i>MESURE DE LA CONDUCTIVITE THERMIQUE A L'ETAT SEC.....</i>	<i>4</i>
4.2	<i>DETERMINATION DE LA CORRECTION $\Delta\lambda$ SUITE AU VIEILLISSEMENT.....</i>	<i>4</i>
4.2.1	<i>METHODE 1 (VIEILLISSEMENT ACCELERE).....</i>	<i>4</i>
4.2.2	<i>METHODE 2.....</i>	<i>4</i>
4.2.3	<i>DETERMINATION DE LA VALEUR APRES VIEILLISSEMENT.....</i>	<i>6</i>
4.3	<i>DETERMINATION DU PONT THERMIQUE CREE PAR LA BARRIERE.....</i>	<i>6</i>
5	REFERENCES.....	8
5.1	<i>REFERENCES NORMATIVES.....</i>	<i>8</i>
5.2	<i>AUTRES REFERENCES.....</i>	<i>8</i>
6	MISES A JOUR.....	8

1 INTRODUCTION

Le présent document constitue un addendum au document doc_1.1_S.a (réf. [5]), procédure spécifique pour les matériaux d'isolation thermique. Il renseigne la méthode de détermination des caractéristiques thermiques pour le cas spécifique des « panneaux isolants sous vide » (VIP « Vacuum Insulation panels » en anglais).

En effet, la méthode de détermination de la valeur de calcul de la conductivité thermique et/ou de la résistance thermique diffère pour un VIP par rapport à la plupart des autres matériaux d'isolation thermique, et ce plus particulièrement au niveau de la méthode de vieillissement à prendre en compte. Toutes les autres dispositions du document doc_1.1_S.a restent d'application.

La procédure établie se base sur l'état de l'art au moment de l'écriture de ce document. Elle pourra ultérieurement faire l'objet de modifications suite à de nouveaux développements au niveau national, européen ou international dans le domaine de la normalisation, de la certification, de la recherche, etc.

Les produits VIP ne sont pas couverts par le marquage CE. Ils ne sont couverts ni par le CEN, Comité Européen de Normalisation, ni par l'EOTA (European Organisation for Technical Approvals).

Les modifications apportées au présent document par rapport à la version précédente sont indiquées au chapitre 6.

2 DEFINITIONS

Panneau isolant sous vide (VIP)

Un panneau isolant sous vide est généralement un élément de forme plane constitué d'un matériau poreux à structure ouverte dont l'enveloppe est suffisamment étanche à l'air afin de maintenir un niveau de vide suffisant.

3 CLASSIFICATION DE PRODUITS

Les produits VIP tombent sous le numéro de classification de produits 1.1.1.15 (voir doc_1.1_S.a).

4 METHODE DE DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES

La valeur de calcul $\lambda_{U,i}$ de la conductivité thermique pour applications intérieures doit être déterminée en procédant aux trois étapes suivantes :

1. Mesure de la conductivité thermique λ_{core} de l'âme du matériau constituant le VIP, évacué (i.e. sous vide), à l'état sec (i.e. mesure en l'absence de l'enveloppe du produit)
2. Détermination de la correction $\Delta\lambda$ à apporter à la valeur λ_{core} pour tenir compte des effets de vieillissement du produit
3. Détermination de l'effet du pont thermique créé par la barrière (feuille métallique ou film métallisé) constituant l'enveloppe du produit

La valeur de conductivité thermique peut s'exprimer sous la forme :

$$\lambda_{equ} = \lambda_{core,aged} + \psi \cdot d \cdot P / A \quad (\text{formule 1})$$

Où :

- λ_{equ} est la valeur de conductivité thermique équivalente du produit, en tenant compte de la perte de chaleur additionnelle due à la barrière (W/mK)
- $\lambda_{\text{core,aged}}$ est la valeur de conductivité thermique en partie centrale du produit, après vieillissement (W/mK) (voir §4.2.3)
- d est l'épaisseur du VIP (m), dans le sens du flux thermique
- P est le périmètre du VIP (m)
- A est l'aire du VIP (m²), perpendiculaire à la direction du flux thermique
- Ψ est le coefficient de transmission thermique linéique (W/mK), exprimant la perte de chaleur additionnelle due à la barrière

4.1 MESURE DE LA CONDUCTIVITE THERMIQUE A L'ETAT SEC

La valeur λ (fractile) de l'âme du matériau, à une température moyenne de 10°C en conditions sèches, valeur limite représentant au moins 90% de la production avec un niveau de confiance de 90% ($\lambda_{10,\text{core,dry},90/90}$), doit être déterminée conformément aux exigences du document doc_1.1_S.a.

En particulier, la mesure de la conductivité thermique doit être réalisée :

- suivant les normes de mesure européennes en vigueur
- en partie centrale du produit (âme)
- sur le produit sous vide

4.2 DETERMINATION DE LA CORRECTION $\Delta\lambda$ SUITE AU VIEILLISSEMENT

La valeur déclarée de la conductivité thermique est la valeur λ attendue pour une durée de vie raisonnable du produit, appliqué dans un bâtiment dans des circonstances normales. Cette valeur tient compte des effets de vieillissement du produit.

Etant donné que la (faible) pression interne au sein du VIP n'est pas en équilibre avec l'environnement, il existe des gradients de pression agissant comme force motrice à l'intrusion de gaz atmosphérique (essentiellement, N₂, O₂ et H₂O). Ceci a pour conséquence de diminuer les performances thermiques du produit suite à deux phénomènes :

- Accumulation d'une quantité d'eau dans l'âme du produit : la barrière (enveloppe) du produit n'est pas parfaitement étanche à la vapeur d'eau, ce qui entraîne un transfert d'eau de l'environnement extérieur au produit vers le matériau.
- Augmentation de la pression de gaz interne au sein de l'âme du produit, la barrière n'étant pas parfaitement étanche à l'air.

4.2.1 METHODE 1 (VIEILLISSEMENT ACCELERE)

Cette méthode consiste à soumettre le produit à un vieillissement accéléré,

- soit en le conditionnant, durant une période définie, dans une ambiance dont l'humidité relative et la température sont fixées à un niveau bien spécifique
- soit en le conditionnant, durant une période définie, dans une ambiance dont l'humidité relative et la température font l'objet de différents cycles.

Ce « vieillissement accéléré » doit pouvoir reproduire le vieillissement subi par le produit sur une durée de vie raisonnable fixée à 25 ans dans le cadre de cette procédure.

Etant donné l'absence d'une telle méthode reconnue au niveau européen, cette méthode n'est pas d'application dans le cadre de la base de données de produits PEB.

4.2.2 METHODE 2

Cette méthode consiste à déterminer l'effet individuel sur la valeur de conductivité thermique de l'âme du matériau d'une part de l'accumulation d'eau et d'autre part de l'augmentation de pression.

En supposant que ces deux effets puissent être superposés de manière indépendante l'une de l'autre, la variation de conductivité thermique de l'âme du matériau peut être exprimée comme suit :

$$\Delta\lambda = \frac{\partial\lambda}{\partial p} \Delta p(T, HR) + \frac{\partial\lambda}{\partial X} \Delta X(T, HR) \quad (\text{formule 2})$$

Où :

- $\Delta\lambda$ est la variation de la conductivité thermique (W/mK)
- $\Delta p(T,HR)$ est l'augmentation de la pression de gaz interne (mbar) au cours de la durée de vie, dépendante de la température T et de l'humidité relative HR de l'ambiance dans laquelle le produit se trouve
- $\Delta X(T,HR)$ est l'augmentation de la teneur en eau (% en masse) au cours de la durée de vie, dépendante de la température T et de l'humidité relative HR de l'ambiance dans laquelle le produit se trouve

Ces deux effets dépendent de plusieurs facteurs : caractéristiques de la barrière (enveloppe), dimensions du produit (longueur, largeur, épaisseur), type de soudure de la barrière (faces latérales du produit), des conditions de température, des conditions d'humidité relative, etc.

Le tableau 1 et le tableau 2 donnent des valeurs par défaut pour les différents termes de l'équation mentionnée ci-dessus, valables dans les conditions suivantes :

- l'âme du matériau est constituée principalement par de la silice pyrogénée (« fumed silica » en anglais)
- la barrière de l'enveloppe est constituée par une feuille métallique (aluminium par exemple) ou un film polymère métallisé (au minimum trois couches métallisées)
- les conditions de température et d'humidité relative sont celles rencontrées dans les parois de l'enveloppe des bâtiments

Le tableau 1 spécifie les valeurs par défaut pour les cas suivants : dimensions du panneau supérieures ou égales à (la longueur, la largeur et l'épaisseur doivent être supérieures ou égales aux valeurs indiquées):

- 25 cm x 25 cm x 1 cm
- 25 cm x 25 cm x 2 cm
- 50 cm x 50 cm x 1 cm
- 50 cm x 50 cm x 2 cm

(ces dimensions correspondent à celles du produit tel que disponible sur le marché)

a. Effet de l'augmentation de la pression interne de gaz

Le tableau 1 spécifie des valeurs par défaut pour

- l'augmentation de la pression interne de gaz Δp en fin de durée de vie
- la variation de la valeur de conductivité thermique en fonction de la pression $\partial\lambda / \partial p$

Dimensions du panneau (cm x cm x cm)			≥ 25 x 25 x 1	≥ 25 x 25 x 2	≥ 50 x 50 x 1	≥ 50 x 50 x 2
Augmentation de pression (sur la durée de vie)	Δp	mbar	150	75	100	50
Variation de la conductivité thermique	$\partial\lambda / \partial p$	W/(m.K.mbar)	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035
	$\frac{\partial\lambda}{\partial p} \Delta p$	W/mK	0.0053	0.0026	0.0035	0.0018

tableau 1 : effet de l'augmentation de la pression interne de gaz

b. Effet de l'accumulation d'eau

Le tableau 2 spécifie des valeurs par défaut pour

- l'augmentation de la quantité d'eau ΔX en fin de durée de vie

- la variation de la valeur de conductivité thermique en fonction de la contenance en eau $\partial\lambda / \partial X$

Cette variation peut être également déterminée sur base de mesures expérimentales, en déterminant la courbe 'conductivité thermique (W/mK) – contenance en eau (kg/kg)'.

Accumulation eau (sur la durée de vie)	ΔX	% masse	4
Variation de la conductivité thermique	$\partial\lambda / \partial X$	W/(m.K.%masse)	0.0005
	$\frac{\partial\lambda}{\partial X} \Delta X$	W/mK	0.0020

tableau 2 : effet de l'accumulation d'eau

4.2.3 DETERMINATION DE LA VALEUR APRES VIEILLISSEMENT

La valeur de conductivité thermique en partie centrale du produit est calculée comme suit :

$$\lambda_{\text{core,aged}} = \lambda_{10,\text{core,dry},90/90} + \Delta\lambda$$

Exemple : l'utilisation des valeurs par défaut pour le calcul de $\Delta\lambda$ dans le cas d'un panneau de 50 cm x 50 m x 2 cm donne :

$$\lambda_{\text{core,aged}} = \lambda_{10,\text{core,dry},90/90} + 0.0018 + 0.0020 \text{ (en W/mK)}$$

4.3 DETERMINATION DU PONT THERMIQUE CREE PAR LA BARRIERE

La présence d'une barrière (même en très faible épaisseur) sous la forme d'une feuille métallique ou d'un film métallisé enveloppant l'âme du matériau crée une perte de chaleur supplémentaire, à prendre en compte dans la détermination de la valeur de conductivité thermique équivalente du produit (via le coefficient Ψ - voir formule 1).

La valeur du coefficient de transmission thermique linéique Ψ dépend de l'épaisseur du panneau d , de la conductivité thermique en partie centrale du produit $\lambda_{\text{core,aged}}$, de l'épaisseur de la barrière, de la conductivité thermique du matériau formant la barrière étanche et des propriétés thermiques des couches en contact avec le VIP.

Il peut être déterminé soit numériquement conformément à la norme NBN EN ISO 10211, soit de manière expérimentale.

Les valeurs par défaut indiquées dans le tableau peuvent être également utilisées, celles-ci étant données pour deux cas : épaisseur du VIP comprise entre 10 et 15 mm d'une part et supérieure à 15 mm d'autre part.

Type de barrière	Ψ (W/mK)	
	$10 \leq d < 15$ (mm)	$d \geq 15$ (mm)
Feuille métallique <i>condition d'utilisation de la valeur par défaut:</i> - une seule feuille d'épaisseur inférieure à 10 μm pour l'aluminium - une seule feuille d'épaisseur inférieure à 100 μm pour l'acier	0.09	0.07
Film polymère métallisé <i>condition d'utilisation de la valeur par défaut:</i> - l'épaisseur totale de métallisation inférieure à 0.3 μm	0.012	0.010

tableau 3 : valeurs par défaut du coefficient de transmission thermique linéique Ψ

Les pertes de chaleur supplémentaires liées à l'installation des panneaux (présence éventuelle d'une cavité d'air à la jonction entre deux panneaux, jonction entre le VIP et la structure, etc.) ne sont pas prises en compte au niveau de la déclaration de la performance thermique du produit mais doivent être évaluées lors du calcul du coefficient de transmission thermique (valeur U) d'une paroi incluant des VIP.

5 REFERENCES

5.1 REFERENCES NORMATIVES

- [1] NBN EN ISO 10211, Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations (2008)

5.2 AUTRES REFERENCES

- [2] Vacuum Insulation Panels - Study on VIP-components and panels for service life prediction of VIP in building applications, IEA/ECBCS Annex 39, 2005
- [3] Vacuum Insulation in the building sector – Systems and applications, IEA/ECBCS Annex 39, 2005
- [4] Vacuum insulation panels for building application – Basic properties, aging mechanisms and service life, H. Simmler, S. Brunner, Energy and buildings, 2005.
- [5] Base de données de produits PEB : matériau d'isolation thermique, procédures spécifiques (Doc 1.1_S.a)

6 MISES A JOUR

Le présent document constitue la première version.

Ce document a été rédigé par la Division Energie et Climat du CSTC, avec le soutien financier et pour le compte des Régions flamande, wallonne et de Bruxelles-Capitale.