

Dossier / File P254377 - Document DEC/ 4 - Page 1 / 8

RAPPORT D'ESSAIS

Société

: BOLTHERM
PARQUE INDUSTRIAL DO CANHOSO LOTE 15 RUA
M 6200-027 COVILHA –
PORTUGAL

Commande client

V/Accord du 09/10/2025 - DEVIS N° DEV2509177-V1

Objet

: Calcul du facteur solaire

Type de produit

: Isolant mince réfléchissants

Documents de référence

: Règles Thbat – Parois opaque
ISO 6946 : 2017

La reproduction du présent document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Il comporte 8 pages.

The reproduction of this test report is only authorised in the form of a facsimile of the entire document. It comprises 8 pages.

1 OBJET DU DOCUMENT

La société BOLTHERM a sollicité le LNE dans le cadre d'une étude afin de calculer le facteur solaire de 2 produits dans 3 configurations.

- 1- Boltherm 235 P IGN V / Ceilingo R'BULL Pro 13
- 2- Boltherm 231 P IGN V / Ceilingo R'BULL Pro 10

2 METHODE DE CALCUL

2.1 Texte réglementaire

L'évaluation du facteur solaire a été établie conformément à la réglementation thermique en se basant sur l'ensemble des éléments transmis par le client.

En effet la réglementation thermique spécifique dans l'Arrêté du 17 avril 2009 l'ensemble des caractéristiques thermiques minimales des bâtiments d'habitation neuf dans les départements de la Guadeloupe de la Guyane et de la réunion et en particulier les valeurs seuil du facteur solaire S.

2.2 Calcul du facteur solaire d'une paroi opaque

Le calcul du facteur solaire d'une paroi opaque S s'écrit :

$$S = \frac{0,074 \times C_m \times \alpha}{R_p + 0,20} \quad \text{Eq. (1)}$$

Où :

- ✓ C_m est le coefficient de réduction correspondant aux pare soleil. Dans le cas d'une toiture totalement exposée au solaire $C_m=1$;
- ✓ α Est le coefficient d'absorption de la paroi ;
- ✓ R_p est la résistance thermique de la paroi en $m^2.K/W$;
- ✓ Le coefficient 0,074 correspond à la valeur du coefficient d'échange surfacique ;
- ✓ Le coefficient 0,20 représente la somme des coefficients d'échange surface intérieure et extérieure ;

3 PRESENTATION DU PRODUIT

Les configurations du calculs sont décrites dans le tableau 1 et en figures 1&2. Elles ont été données par le demandeur. Les calculs sont réalisés en flux descendant et à 25 °C.

Configuration 1	Configuration 2
- Tôle métallique ondulée (couleur blanche) $\alpha = 0,4$ - Contre-lattage en bois 20mm - Lamé d'air faiblement ventilée de 20 mm (aire 1000 mm ²) - Boltherm 235 P IGN V / Ceilingo R'BULL Pro 13 (13mm) ($R = 0,29 m^2K/W$, $\varepsilon = 0,05$) - Volige sapin de 12 mm – $\lambda 0.11 W/(m.K)$ (règle Th-Bat)	- Tôle métallique ondulée (couleur blanche) $\alpha = 0,4$ - Contre-lattage en bois 20mm - Lamé d'air faiblement ventilée de 20mm (aire 1000 mm ²), - Boltherm 231 P IGN V / Ceilingo R'BULL Pro 10 ($R = 0,23 m^2K/W$, $\varepsilon = 0,05$) - Tasseaux 20 mm - Lamé d'air non ventilé - plaque de plâtre de 13mm ($R = 0,05 m^2K/W$)

Tableau n° 1 : Description des deux configurations testées

Configuration 3
- Tôle métallique ondulée (couleur blanche) $\alpha = 0,4$
- Contre-lattage en bois 20mm
- lame d'air faiblement ventilée de 20mm (aire 1000 mm ²),
- Boltherm 235 P IGN V / Ceilingo R'BULL Pro 13 (R = 0,29 m ² K/W, $\varepsilon = 0,05$)
- Tasseaux 20 mm
- lame d'air non ventilé
- plaque de plâtre de 13mm (R = 0,05 m ² K/W)

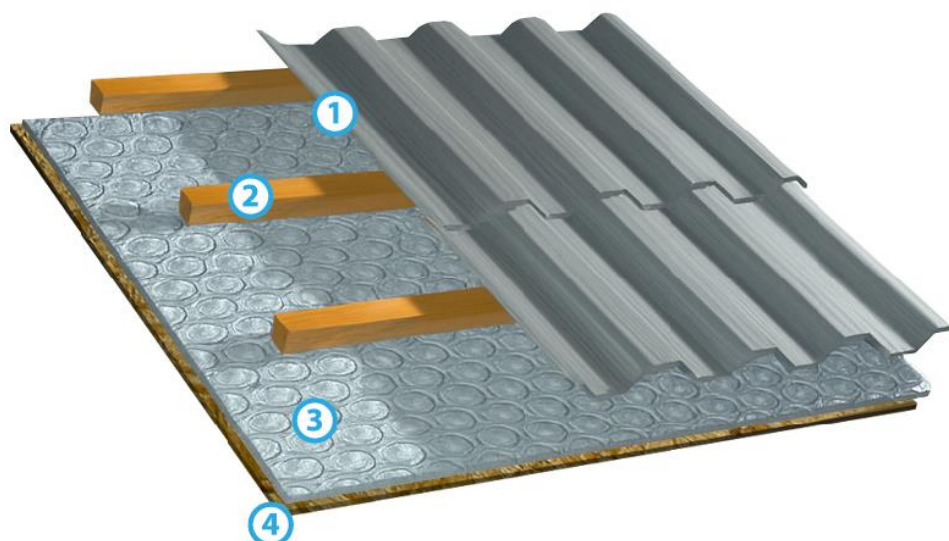


Figure 1 : Schéma de la première configuration

1 Tôle métallique ondulée
3 Isolation thermique Boltherm

2 Contre-latte en bois 20mm
4 Volige bois de 12 mm

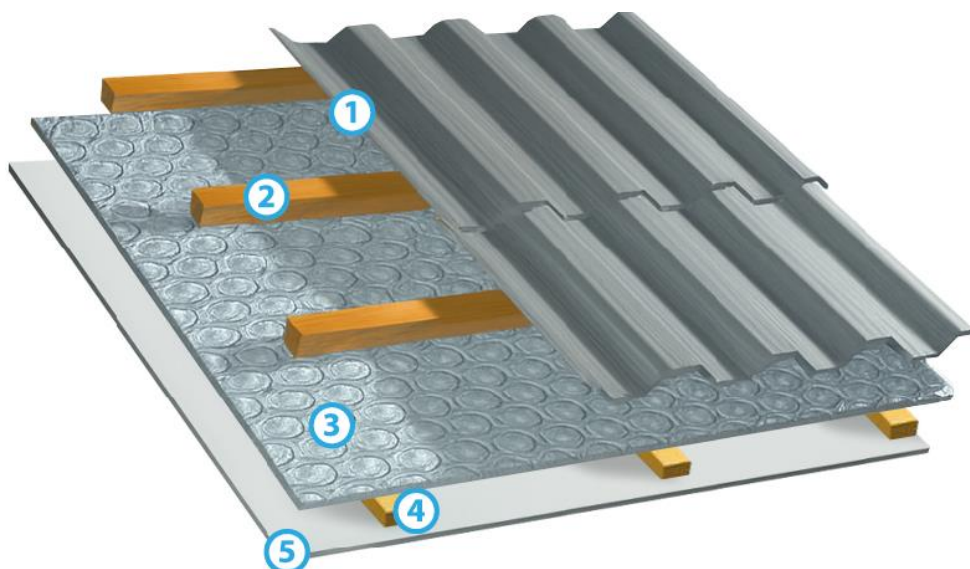


Figure 2 : Schéma des configuration 2 et 3

1 Tôle métallique ondulée
3 Isolation thermique Boltherm
5 Plaque de plâtre BA13

2 Contre-latte en bois 20mm
4 Tasseau 20 mm

4 CALCULS

4.1 Description des calculs

La norme ISO 6946 :2017 est utilisée pour déterminer les résistances thermiques des lames d'air faiblement et non ventilée et des résistances thermiques superficielles.

Résistance superficielle

La résistance superficielle est donnée par :

$$R_s = \frac{1}{h_c + h_r}$$

Où

h_c est le coefficient de convection de la face en contact avec la lame d'air ventilée, en $W/(m^2 \cdot K)$;

h_r est le coefficient de rayonnement de la face en contact avec la lame d'air ventilée en $W/(m^2 \cdot K)$;

a. Détermination du coefficient de convection h_c

Pour les surfaces intérieures, selon le tableau C.1 de la norme EN ISO 6946 : 2017 le coefficient de convection pour un flux de chaleur descendant est obtenu par $h_c = 0,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

b. Détermination du coefficient de rayonnement h_r

h_r est donnée par :

$$h_r = \epsilon h_{r0}$$

Avec

$$h_{r0} = 4 \cdot \sigma \cdot T_m^3$$

h_{r0} est le coefficient de rayonnement d'un corps noir $W/(m^2 \cdot K)$

σ est la constante de Stephan-Boltzmann : $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(m^2 \cdot K)$

T_m est la température thermodynamique moyenne des surfaces environnantes, en K

ϵ est l'émissivité du produit

Résistance thermique de la lame d'air

_Lame d'air non ventilée

La résistance thermique d'une lame d'air non ventilée s'obtient par :

$$R_a = \frac{1}{h_a + h_r}$$

Où

R_a est la résistance thermique de l'espace d'air, en $m^2 \cdot K/W$

h_a est le coefficient de conduction/convection, en $W/(m^2 \cdot K)$

h_r est le coefficient de rayonnement, en $W/(m^2 \cdot K)$

i. Détermination du coefficient de rayonnement h_r

h_r est donnée par

$$h_r = E h_{r0}$$

$$h_{r0} = 4 \cdot \sigma \cdot T_m^3$$

Où

E est l'émissance entre les surfaces

h_{r0} est le coefficient de rayonnement d'un corps noir $W/(m^2.K)$

σ est la constante de Stephan-Boltzmann : $5,67 \cdot 10^{-8} W/(m^2.K)$

T_m est la température thermodynamique moyenne des surfaces environnantes, en K

et

$$E = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1}$$

Où

ε_1 et ε_2 sont les émissivités des surfaces limitant l'espace d'air, ici 0,08 et 0,9.

ii. Détermination du coefficient de conduction/convection h_a

Dans le cas des flux de chaleur descendant ($\alpha=0^\circ$) les tableaux D.1 et D.2 de la norme ISO 6946-1 donne le coefficient h_a selon l'écart de température entre les environnements:

ΔT	h_a
$\Delta T < 5K$	$\max\left(\frac{0,025}{d}; 0,12 d^{-0,44}\right)$
$\Delta T > 5K$	$\max\left(\frac{0,025}{d}; 0,09 \Delta T^{0,187} d^{-0,44}\right)$

Dans ce cas le h_a pour un ΔT inférieur à 5 K sera pris en compte.

Lame d'air faiblement ventilée

Lorsque la lame d'air externe est supposée faiblement ventilée, sa résistance thermique par :

$$R_{tot} = \frac{(1500 - A_{ve})}{1000} R_{tot,nve} + \frac{(A_{ve} - 500)}{1000} R_{tot,ve}$$

Où

R_{tot} est la résistance thermique totale en $m^2 K/ W$

A_{ve} est l'aire des ouvertures en m^2

$R_{tot,nve}$ est la résistance thermique totale correspondant à une lame d'air non ventilée en $m^2 K/ W$

$R_{tot,ve}$ est la résistance thermique totale correspondant à une lame d'air ventilée en $m^2 K/ W$

Lame d'air fortement ventilée

La résistance thermique totale d'une paroi contenant une lame d'air fortement ventilée s'obtient en négligeant la résistance thermique de la lame d'air et de toutes les couches situées entre la lame d'air et l'ambiance extérieure, et en incluant une résistance superficielle extérieure correspondant à l'air immobile (conformément à l'annexe C de la norme EN ISO 6946 :2017).

où

$$R_s = \frac{1}{h_c + h_r}$$

Où h_c est coefficient superficiel de convection
Avec $h_c = h_{ce}$ et $h_{ce} = 4 + 4 v$ avec $v = 0$ m/s

4.2 Résultats des calculs

4.2.1 Configuration n°1

La résistance thermique du complexe dans le cas d'un calcul de facteur solaire est obtenue par la somme de la résistance thermique de chaque élément du complexe hormis les résistances superficielles extérieure et intérieure de part et d'autre de la paroi sont déjà prises en compte dans la formule de calcul du facteur solaire. Elle est donnée par :

$$R_{\text{complexe}} = R_{\text{lame d'air faiblement ventilée}} + R_{\text{isolant}} + R_{\text{volige}}$$

	Unité	Valeur
h_{ce}	m ² K/W	4
h_{r0}	m ² K/W	6,01
h_r couche basse émissivité	m ² K/W	0,301
R_{se} isolant	m ² K/W	0,233
E émittance entre les surfaces de la lame d'air faiblement ventilée	–	0,0497
h_a épaisseur	m ² K/W	1,25
h_r lame d'air	m ² K/W	0,299
R lame d'air faiblement ventilé	m ² K/W	0,439

Tableau n° 2 : Calcul de la résistance thermique de la lame d'air faiblement ventilée

	Valeur	Unité
R_{se} tôle & R_{si} volige	Déjà intégré dans la formule du S	m ² .K/W
$R_{isolant}$	0,29	m ² .K/W
R_{volige}	0,11	m ² .K/W
$R_{complexe}$	0,838	m ² .K/W
S	0,029	

Tableau n° 3 : Calcul du facteur solaire de la configuration n°1

4.2.2 Configurations 2 et °3

Les configurations n°2 et 3 correspondent à la configuration n°1 à laquelle est ajoutée une lame d'air non ventilée sur la partie inférieure.

La résistance thermique du complexe est obtenue par la somme de la résistance thermique de chaque élément du complexe. Elle est donnée par :

$$R_{\text{complexe}} = R_{\text{lame d'air faiblement ventilée}} + R_{\text{isolant}} + R_{\text{lame d'air non ventilée}} + R_{\text{BA13}}$$

	Unité	Valeur
h_{ce}	m ² K/W	4
h_{r0}	m ² K/W	6,01
h_r couche basse émissivité	m ² K/W	0,301
R_{se} isolant	m ² K/W	0,233
E émittance entre les surfaces de la lame d'air faiblement ventilée	-	0,0497
h_a lame d'air faiblement ventilée	m ² K/W	1,25
h_r lame d'air faiblement ventilée	m ² K/W	0,299
R lame d'air faiblement ventilé	m ² K/W	0,439

Tableau n° 4 : Calcul de la résistance thermique de la lame d'air faiblement ventilée

	Unité	Valeur
E lame d'air non ventilée ventilée	-	0.04972376
h_{r0} lame non ventilée	m ² K/W	6,01
h_a lame d'air non ventilée	m ² K/W	1,25
h_r lame d'air non ventilée	m ² K/W	0,299
R lame d'air non ventilée n°2	m ² K/W	0,646

Tableau n° 5 : Calcul de la résistance thermique de la lame d'air non ventilée

Résistance thermique du complexe dans le cas n°2 et facteur solaire

	Configuration 2	Configuration 3	Unité
R_{se} tôle & R_{si} volige	Déjà intégré dans la formule du S		m ² .K/W
$R_{\text{lame d'air faiblement ventilée}}$	0,439	0,439	m ² .K/W
R_{isolant}	0,23	0,23	m ² .K/W
$R_{\text{lame d'air non ventilée}}$	0,646	0,646	m ² .K/W
RBA13	0,05	0,05	m ² .K/W
R_{complexe}	1,36	1,42	m ² .K/W
S	0,019	0,018	

Tableau n° 6 : Calcul du facteur solaire des configurations n°2 et 3

5 Synthèse des résultats

Les facteurs solaires des 3 configurations sont :

	S
Configuration 1	0,029
Configuration 2	0,019
Configuration 3	0,018

Tableau n° 7 : Facteur solaire des deux configurations

Trappes, 10/02/2026



Le Responsable Technique
Technical Manager

Alain KOENEN