

Station expérimentale  
Bureaux  
Siège social

B-1342 Limelette, avenue P. Holoffe 21  
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe, Lozenberg 7  
B-1000 Bruxelles, rue du Lombard 42

Tel.: +32 (0)2 655 77 11  
Tel.: +32 (0)2 716 42 11  
Tel.: +32 (0)2 502 66 90

## RAPPORT D'ÉTUDE

<b>Laboratoire</b> <b>Caractéristiques Energétiques (Labo EN)</b>	<b>N/Références</b>	DE637xA002 ENe002 Page : 1/8
--	---------------------	------------------------------------

<b>Demandeur</b>	<b>PASSIVE HOUSE CONCEPT</b> Marc Van Dyck Kluizenbosstraat 9 1700 Dilbeek
<b>Date de la demande</b>	06/03/2017
<b>Date d'établissement du rapport</b>	17/03/2017
<b>Objet</b>	Calcul numérique des propriétés thermiques de blocs de construction hétérogènes isolants « Strongbau » (blocs droits et de coin)
<b>Références</b>	Normes NBN EN ISO 10211 (2008), EN ISO 6946 (2007) Réglementations régionales belges sur la performance énergétique des bâtiments (PEB), Document de référence transmission (DRT)

*Ce rapport d'étude contient 8 pages. Il ne peut être reproduit que dans son entièreté.*

Timo De Mets, Ir.  
Chercheur  
En charge de l'étude

Nicolas Heijmans, Ir.  
Chef de Laboratoire adjoint

## Objet de l'étude

La société PASSIVE HOUSE CONCEPT demande de calculer les propriétés thermiques des blocs de construction hétérogènes isolants « Strongbau », et ce pour des blocs droits et des blocs de coin, chacun selon trois variantes.

*Les calculs ont été effectués sur base d'un certain nombre d'hypothèses et de conventions, aussi bien au niveau de la méthode de calcul qu'au niveau des caractéristiques géométriques et thermiques des éléments de détails. Certaines informations proviennent directement du demandeur. Les résultats de calcul ne sont valables que pour les hypothèses et conventions considérées et mentionnées dans ce rapport.*

## Références normatives et réglementaires

Les documents suivants sont utilisés dans le cadre de la présente étude.

- EN ISO 10211:2007 - Ponts thermiques dans les bâtiments - Flux thermiques et températures superficielles - Calculs détaillés
- EN ISO 6946:2007 - Composants et parois de bâtiments - Résistance thermique et coefficient de transmission thermique - Méthode de calcul
- Réglementations PEB, document de référence pour les pertes par transmission (DRT) :
  - Région flamande : Ministerieel besluit van 1 december 2010 houdende aanpassing van de regelgeving inzake het energiebeleid, bijlage 3 - Transmissie referentie document + modifications ultérieures
  - Région wallonne : Annexe B1 - Calcul des pertes par transmission
  - Région de Bruxelles-Capitale : Arrêté ministériel du 26 novembre 2012 modifiant l'arrêté ministériel du 24 juillet 2008 déterminant les règles pour le calcul des pertes par transmission

## Caractéristiques des produits

Les blocs isolants « Strongbau » sont constitués d'EPS. Comme le montre la Figure 1, le noyau de ces blocs de construction contiennent des vides, qui - après placement - sont remplis de béton pour assurer la stabilité des blocs.

Les éléments existent en forme droite et de coin et ont une épaisseur de 400 mm. Pour chacune de ces deux formes, il existe trois variantes qui se différencient par l'épaisseur du vide (mesurée dans la direction du flux de chaleur) : 150, 200 et 250 mm.

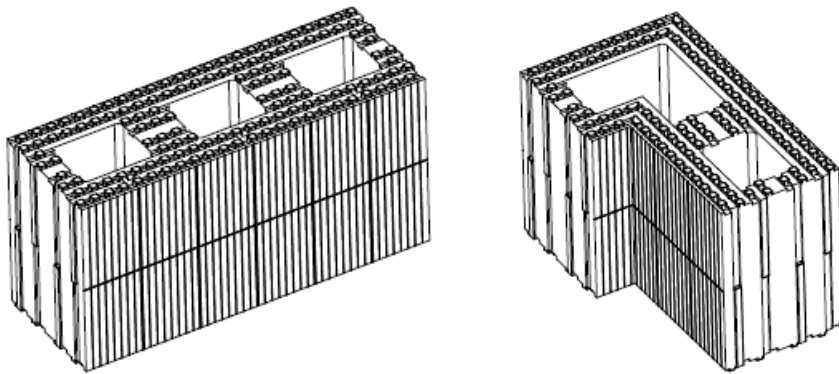


Figure 1: Blocs de construction droit et de coin ( $d_{\text{vide}} = 200 \text{ mm}$ )

### 1 Logiciel de calcul

Les calculs numériques ont été exécutés à l'aide du logiciel BISCO v10.0w. Ce programme permet de calculer les flux de chaleur en régime stationnaire dans des objets bidimensionnels.

### 2 Modèle numérique

Le modèle du bloc droit est donné à la Figure 2. Du fait de la symétrie, il est suffisant de ne considérer qu'un segment.

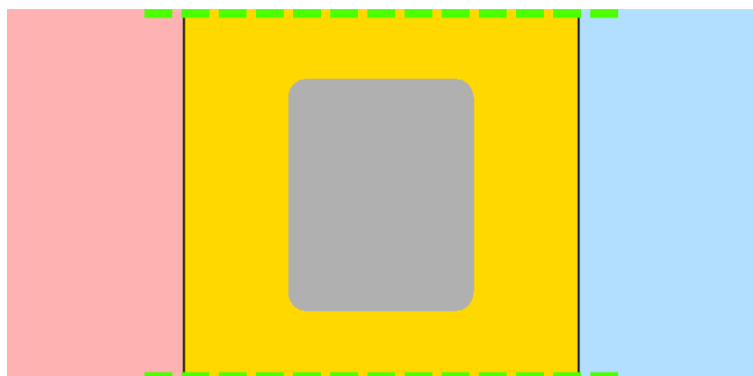
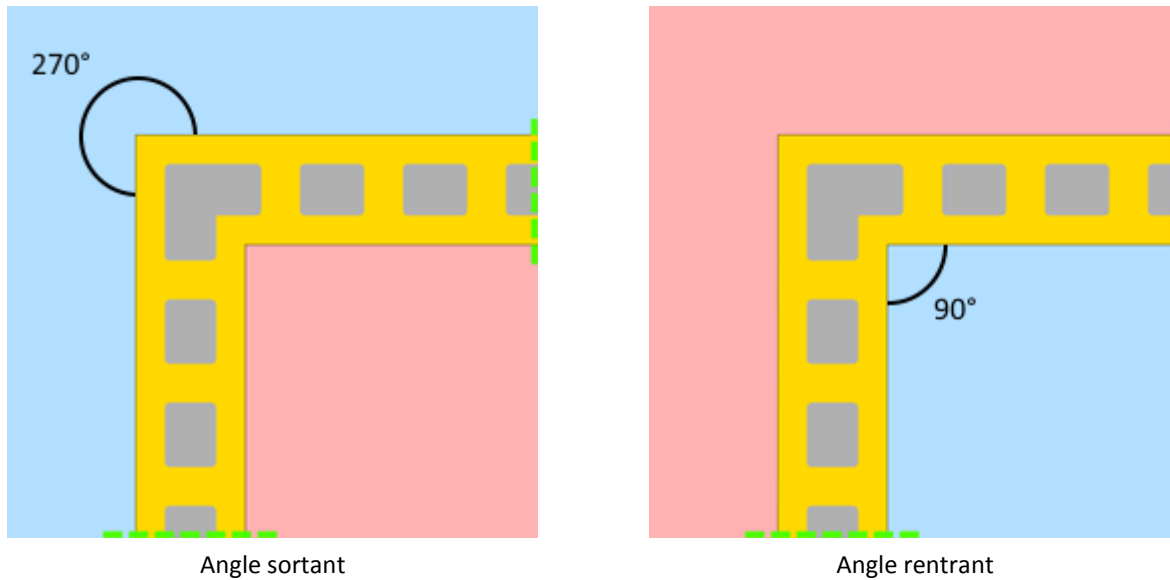


Figure 2: Modèle de bloc droit ( $d_{\text{vide}} = 200 \text{ mm}$ )

Pour les blocs de coin, deux modèles ont été créés. Le transfert de chaleur va en effet être différent si l'angle du coin est sortant ou rentrant (voir Figure 3).



**Figure 3: Modèles du bloc de coin ( $d_{\text{vider}} = 200 \text{ mm}$ )**

La définition des couleurs qui sont utilisées dans les figures ci-dessus sont reprises aux Tableau 1 et Tableau 2, qui reprennent respectivement les conditions limites et les propriétés des matériaux.

Identification	Conditions limites	Température	Résistance thermique d'échange de surface $R_s$
	Environnement intérieur	20°C	0,04 m <sup>2</sup> K/W
	Environnement extérieur	0°C	0,13 ou 0,25 m <sup>2</sup> K/W (voir Tableau 3)
- - - -	Conditions adiabatiques	-	-

**Tableau 1: Conditions limites**

Identification	Matériau	Conductivité thermique	Source
	EPS	$\lambda = 0,03 \text{ W}/(\text{m.K})$	Demandeur
	Béton normal lourd, armé (condition intérieure)	$\lambda = 1,70 \text{ W}/(\text{m.K})$	DRT

**Tableau 2: Conductivité thermique des matériaux**

### 3 Méthode de calcul

Pour les blocs droits, les grandeurs suivantes sont calculées :

- **La valeur U équivalente  $U_{eq}$ .** Les blocs de construction forment un élément hétérogène. Cette valeur permet d'estimer le pouvoir isolant du bloc constitué d'une combinaison d'EPS et de béton.
- **La valeur R équivalente  $R_{eq}$ .** En pratique, ces blocs de constructions seront combinés avec d'autres couches (finitions intérieure et extérieure). Pour pouvoir également déterminer la valeur isolante totale de ces compositions, il est suffisant d'ajouter les résistances thermiques R de ces couches supplémentaires à la valeur R équivalente du bloc.
- **Le facteur de température  $f_{Rsi}$ .** Parce que le béton n'isole pas comme l'EPS, la température de surface à l'intérieur au niveau du noyau de béton sera plus faible. Si cette température devait être trop basse, il existerait un risque de formation de condensation et moisissures. Un facteur de température supérieur à 0,7 est considéré comme sûr.

Pour les blocs de coin, les grandeurs suivantes sont calculées :

- **Le coefficient de transmission thermique linéaire  $\Psi_e$ .** Au droit du coin, le transfert de chaleur n'est plus unidimensionnel mais bidimensionnel. Pour évaluer l'impact de cet effet, il est nécessaire de connaître la valeur  $\Psi_e$ .
- **Le facteur de température  $f_{Rsi}$ .** Au droit du coin sortant, la température de surface est typiquement plus faible que sur la partie droite. Pour éviter la formation de moisissures, le facteur de température doit également être supérieur à 0,7 à cet endroit.

Conformément aux normes NBN EN ISO 6946 et NBN EN ISO 10211 et en tenant compte du but poursuivi, différentes valeurs de résistances thermiques d'échange de surface doivent être utilisées. Le Tableau 3 reprend ces valeurs.

	$R_{si}$ [ $m^2K/W$ ]	$R_{se}$ [ $m^2K/W$ ]
$U_{eq}$	0,13	0,04
$f_{Rsi}$	0,25	0,04
$\Psi_e$	0,13	0,04

**Tableau 3: Résistances thermiques d'échange de surface, côtés intérieur  $R_{si}$  et extérieur  $R_{se}$**

## 4 Résultats

Les résultats des calculs décrits ci-dessus sont repris aux Tableau 4 et Tableau 5. Les champs de températures (avec  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  et  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) sont repris aux Figure 4 et Figure 5.

Type de bloc	$d_{vide}$ [mm]	$U_{eq}$ [W/m <sup>2</sup> K]	$R_{eq}$ [m <sup>2</sup> K/W]	$f_{Rsi}$ [-]
Droit	250	0,145	6,737	0,961
Droit	200	0,117	8,361	0,969
Droit	150	0,099	9,964	0,975

Tableau 4 : Résultats pour les blocs droits

Type de bloc	$d_{vide}$ [mm]	$\Psi_e$ [W/m.K]	$f_{Rsi}$ [-]
Angle sortant	250	-0,089	0,870
Angle rentrant	250	0,036	-
Angle sortant	200	-0,070	0,892
Angle rentrant	200	0,030	-
Angle sortant	150	-0,058	0,907
Angle rentrant	150	0,026	-

Tableau 5: Résultats pour les blocs de coin

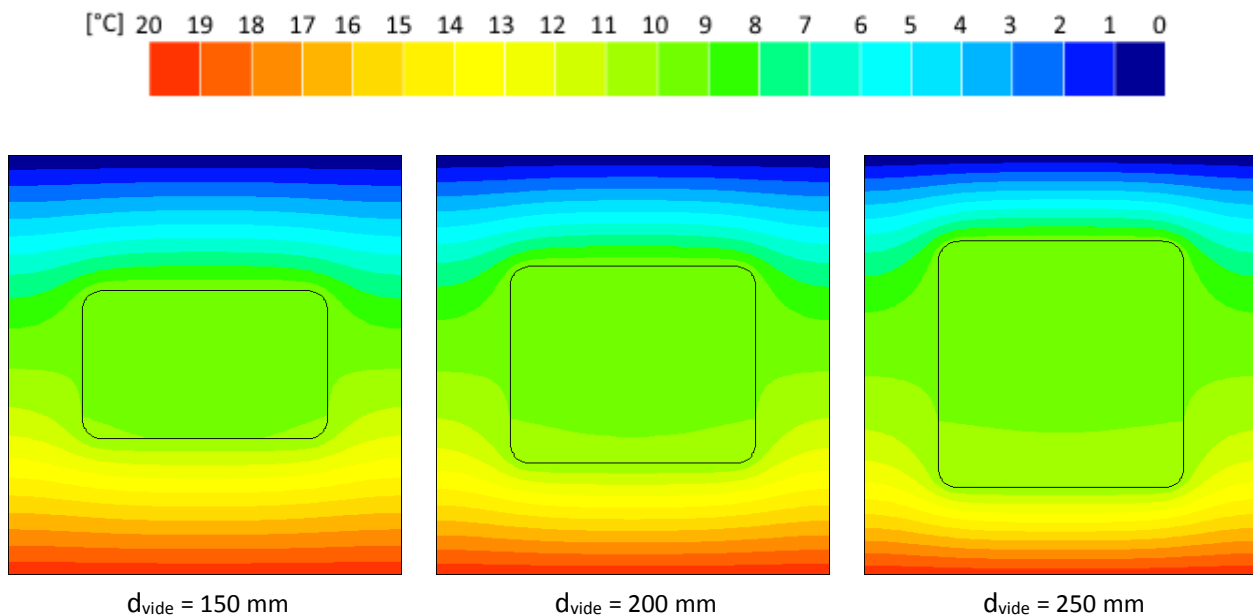
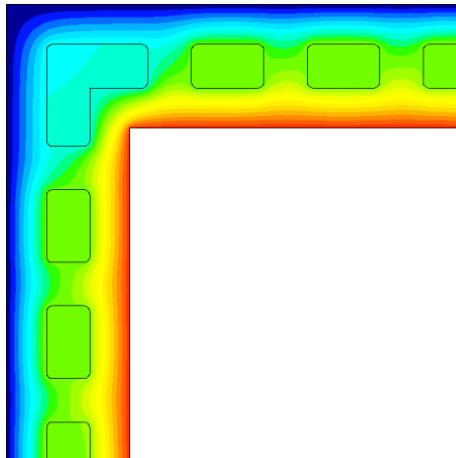
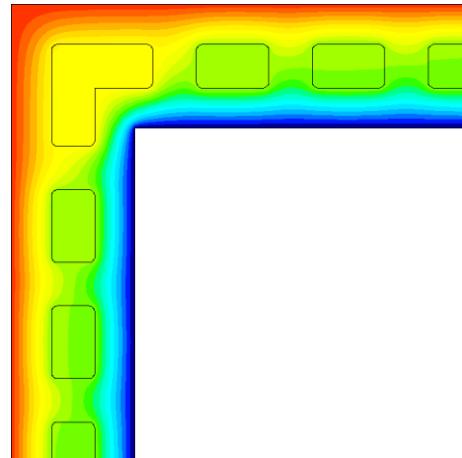


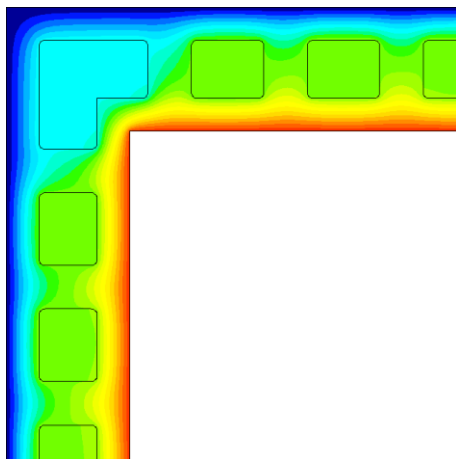
Figure 4: Champs de températures, blocs droits



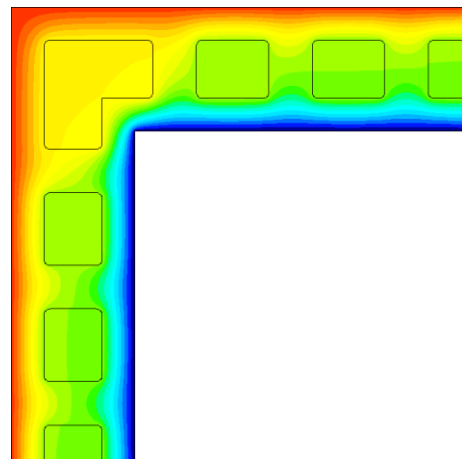
Angle sortant – 150 mm



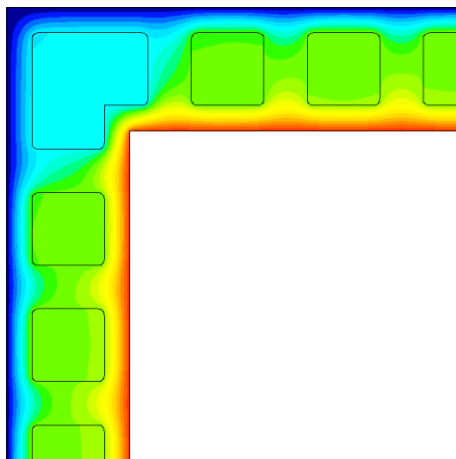
Angle rentrant – 150 mm



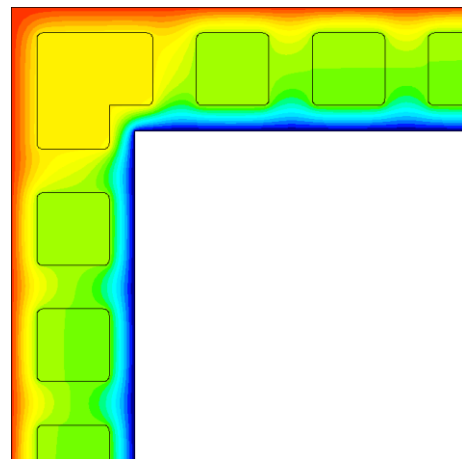
Angle sortant – 200 mm



Angle rentrant – 200 mm



Angle sortant – 250 mm



Angle rentrant – 250 mm

**Figure 5: Champs de températures, blocs de coin**

## Annexe: formules

Les résultats des Tableau 4 et Tableau 5 ont été calculés à l'aide des formules suivantes

$$U_{eq} = \frac{Q}{\Delta T \cdot A} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

$$R_{eq} = \frac{1}{U_{eq}} - R_{se} - R_{si} \quad \left[ \frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

$$f_{Rsi} = \frac{T_{si} - T_e}{T_i - T_e} \quad [ - ]$$

$$\Psi_e = \frac{Q}{\Delta T} - 2 \cdot U_{eq} \cdot l \quad \left[ \frac{W}{m \cdot K} \right]$$

Avec:

- $Q$  [W] le flux de chaleur bidimensionnel, calculé à l'aide du logiciel BISCO.
- $\Delta T$  [K] la différence de température entre les deux environnements, à savoir 20 K.
- $A$  [m<sup>2</sup>] la surface du bloc simulé, pour les blocs droits : 1 m x 0,4 m.
- $T_{si}$  [°C] la température minimale de surface (point critique où le risque de formation de moisissures est le plus élevé, calculé à l'aide du logiciel BISCO).
- $T_i$  [°C] la température intérieure, à savoir 20°C.
- $T_e$  [°C] la température extérieure, à savoir 0°C.
- $l$  [m] la longueur de chacune des deux parois qui se rejoignent dans le coin, mesurées du côté extérieur de la paroi. Pour le coin sortant, cette longueur vaut 1,5625 m, pour le coin rentrant, elle vaut 1,1375 m.