



Passivhaus Simulation du flux de chaleur
Institut tridimensionnelle
pour déterminer les

coefficients de perte par pont thermique des boîtes d'installation dans des parois en bois à ossature

Pour le compte de la société

Kaiser GmbH & Co.KG

Ramsloh 4

D-58579 Schalksmühle

Documentation des simulations

Remarque: Ce document est une traduction de tiers.
Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

1159-55 Boîte d'encastrement ECON® Iso +

Auteur :
Adrian Muskatewitz, M.Eng.

Juin 2018

1 Introduction

À la demande de Kaiser GmbH & Co. KG, le Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist a déterminé les coefficients de perte de ponts thermiques des prises extérieures dans les parois en bois à ossature et les températures de surface côté pièce. Les exemples de construction de parois mis à disposition par le client ont servi de structure de référence pour déterminer les pertes de chaleur. Le client a mis à disposition les documents nécessaires à cet effet (voir annexe).

En raison de la possibilité de se passer d'un système de chauffage séparé, les maisons passives posent des exigences élevées en matière de qualité des éléments de construction utilisés. Outre une excellente isolation thermique, une étanchéité à l'air élevée, une récupération de chaleur très efficace et des fenêtres de maison passive, l'absence de ponts thermiques dans l'enveloppe thermique est d'une importance capitale pour le bon fonctionnement de la maison passive.

2 Spécifications pour le calcul du flux de chaleur

Les calculs ont été effectués avec le logiciel SOLIDO de la société Physibel, Belgique. Le tableau 1 énumère les matériaux utilisés dans le calcul et leurs conductivités thermiques, ainsi que la couleur choisie pour la représentation. Les sources des conductivités thermiques sont les normes pertinentes et les fiches techniques fournies par le fabricant.

	Type	CEN-mle	Nom	Rat.	Maille [mm]	Grille	λ [W/mK]
	MATÉRIAU		Acier inoxydable		100,00	NORMAL	17000
	MATÉRIAU		Bois 500 kg/m ³		100,00	NORMAL	0130
	MATÉRIAU		Plaque de plâtre		100,00	NORMAL	0250
	MATÉRIAU		Enduit extérieur		100,00	NORMAL	0700
	MATÉRIAU		Câbles - Matériau de remplacement		100,00	NORMAL	15000
	MATÉRIAU		Thermoplast		100,00	NORMAL	0250
	MATÉRIAU		Thermowall		100,00	NORMAL	0042
	MATÉRIAU		Thermoflex		100,00	NORMAL	0033

Tableau 1- Matériaux utilisés, conductivité thermique et attribution des couleurs

Les conditions marginales suivantes ont été appliquées :

Température extérieure :	-10 °C
Résistance au transfert de chaleur à l'extérieur :	0,04 m ² K/W
Température intérieure :	20 °C)
Résistance au transfert de chaleur à l'intérieur :	0,13 m ² K/W

Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

3 Modélisation

Les structures du système ont été modélisées à l'aide de modèles tridimensionnels et de dessins d'usine fournis par le fabricant, puis traduites en un modèle de flux thermique par éléments finis. Les différentes variantes pour la structure de référence du mur extérieur ont été données par le fabricant. Au total, trois structures de murs de référence ont été étudiées. Celles-ci se distinguent par l'épaisseur d'isolation du niveau d'isolation régulier et la modification des dimensions de l'ossature qui en résulte, ainsi que par l'épaisseur de couche du panneau de fibres de bois mou. Ces modèles ont des dimensions h*I de 0,50 m * 1,20 m - la profondeur varie en fonction de l'épaisseur de l'isolation.

1 Holzständerwand						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : 0,13						
außen R _{se} : 0,04						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
1. Gipskartonplatte	0,250					Dicke [mm]
2. Gutex Thermoflex	0,038	Fichte	0,130			13
3. Gutex Thermowall	0,042					200
4. Außenputz	0,700					80
5.						10
6.						
7.						
8.						
Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3			Summe
14,0%						30,3 cm
U-Wert: 0,15946 W/(m ² K)						

Illustration 1 : Construction d'un mur à ossature en bois - Détermination du coefficient de transmission thermique unidimensionnel (modèle 1)

2 Holzständerwand						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung						
Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W] innen R _{si} : 0,13						
außen R _{se} : 0,04						
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
1. Gipskartonplatte	0,250					Dicke [mm]
2. Gutex Thermoflex	0,038	Fichte	0,130			13
3. Gutex Thermowall	0,042					200
4. Außenputz	0,700					60
5.						10
6.						
7.						
8.						
Flächenanteil Teilfläche 2			Flächenanteil Teilfläche 3			Summe
14,0%						28,3 cm
U-Wert: 0,17333 W/(m ² K)						

Illustration 2 : Construction d'un mur à ossature en bois - Détermination du coefficient de transmission thermique unidimensionnel (modèle 2)

Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

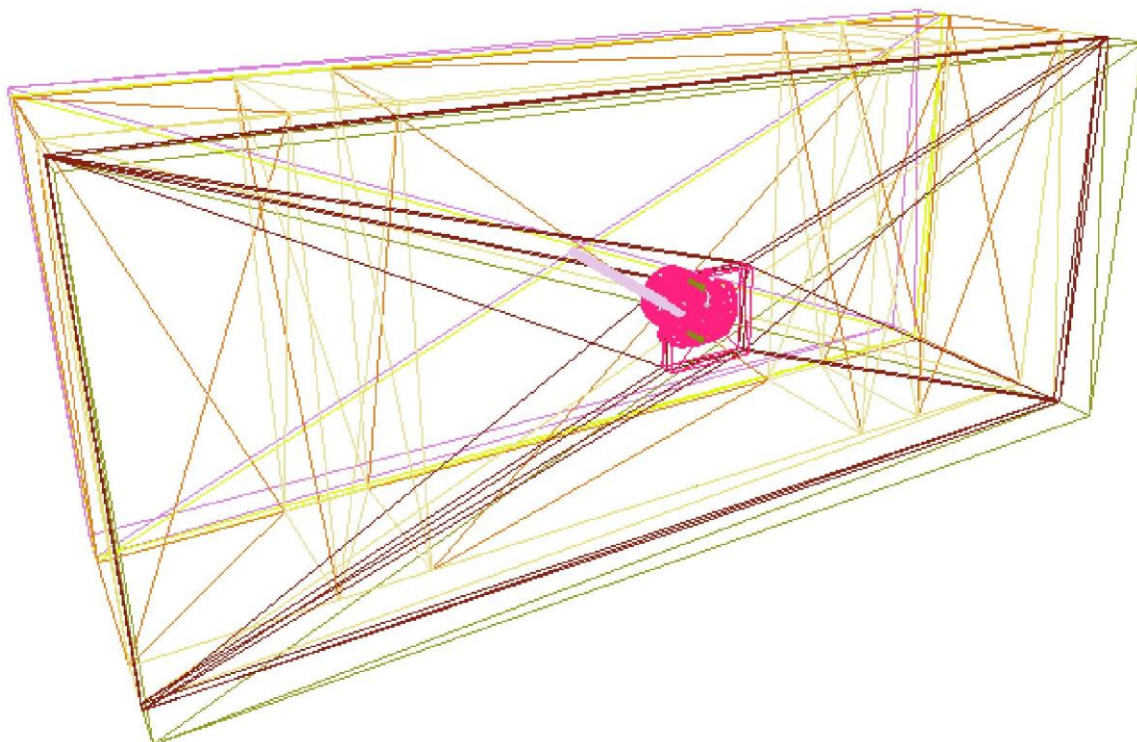
3 Holzständerwand						
Bauteil Nr. Bauteil-Bezeichnung		Wärmeübergangswiderstand [m ² K/W]		innen R _{si} :		0,13
				außen R _{sa} :		0,04
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Summe Breite
						Dicke [mm]
1. Gipskartonplatte	0,250					13
2. Gutex Thermoflex	0,038	Fichte	0,130			160
3. Gutex Thermowall	0,042					60
4. Außenputz	0,700					10
5.						
6.						
7.						
8.						
		Flächenanteil Teilfläche 2		Flächenanteil Teilfläche 3		Summe
		14,0%				24,3 cm
				U-Wert: 0,20140		W/(m ² K)

Illustration 3 : Construction d'un mur à ossature en bois - Détermination du coefficient de transmission thermique unidimensionnel (modèle 3)

Pour le calcul tridimensionnel du flux de chaleur, le modèle a été divisé en éléments finis par un maillage tridimensionnel. Au niveau des pénétrations, la taille des mailles du filet est de 0,5 x 0,5 x 0,5 mm. Elle augmente vers les bords du modèle. Au total, le modèle comprend environ 685 000 nœuds.

Les coefficients de perte par pont thermique se calculent à partir de la différence entre la transmission thermique unidimensionnelle Φ_{1D} du modèle non perturbé (voir fig. 1 - 3) et le flux thermique simulé du système à ossature bois avec prise extérieure Φ_{3D} .

La figure 4 montre la structure exemplaire du système sous la forme d'un modèle de simulation FEM.



Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

Figure 4 - Exemple de structure de modèle

4 Résultats de la simulation du flux de chaleur

Les résultats de la simulation du flux de chaleur sont documentés ci-dessous. Outre les coefficients de perte de ponts thermiques, les températures de surface minimales T_{\min} ont également été déterminées. Celles-ci sont déterminées à une température extérieure de -10°C et une température ambiante de 20°C .

L'utilisation de la boîte d'encastrement ECON® Iso + conformément aux instructions du fabricant permet d'exclure la formation de condensation sur la surface de la paroi côté pièce. La simulation FEM a permis d'obtenir une valeur f_{Rsi} de :

- 0,89 ($16,71^{\circ}\text{C}$) pour une épaisseur d'isolation de 200 mm et une épaisseur de panneaux de fibres de bois souples de 80 mm
- 0,89 ($16,69^{\circ}\text{C}$) pour une épaisseur d'isolation de 200 mm et une épaisseur de panneaux de fibres de bois souples de 60 mm
- 0,87 ($16,27^{\circ}\text{C}$) pour une épaisseur d'isolation de 160 mm et une épaisseur de panneaux de fibres de bois souples de 80 mm

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

- Avec
- θ_{si} : Température de surface intérieure min. issue de la simulation du flux thermique [$^{\circ}\text{C}$]
 - θ_e : Température extérieure issue de la simulation du flux de chaleur [$^{\circ}\text{C}$]
 - θ_i : Température intérieure issue de la simulation du flux de chaleur [$^{\circ}\text{C}$]

Pour déterminer les coefficients de perte de ponts thermiques ponctuels (X_{WB}), le flux de chaleur déterminé à partir des modèles de simulation est comparé aux pertes de chaleur spécifiques par transmission unidimensionnelles. La différence des flux thermiques spécifiques, en tenant compte de la différence de température, donne le coefficient de perte ponctuelle de pont thermique X_{WB} en W/K.

Le principe est le suivant : $(U * A - \Phi_{3D}) / \Delta T$

Avec :

- U = Coefficient de transmission thermique du mur extérieur [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
- A = surface de référence [m^2]
- Φ_{3D} = Simulation du flux de chaleur [W/K]
- ΔT = Différence de température [K]

200 mm d'épaisseur d'isolation + 80 mm HWFP	hsi = 7,69, hse = 25
T_i [°C]	20,0
T_a [°C]	-10,0
Hauteur du modèle [m]	0,50
Largeur du modèle [m]	1,20
Φ_{Solido, WB} [W/K]	3,03044
T_{min, WB} [°C]	16,71
U_{Mur} [W/(m²K)]	0,1595
χ_{WB} [W/K]	0,00534
Φ₀ [W/K]	2,87028

Tableau 2 - Aperçu des résultats du modèle 1

200 mm d'épaisseur d'isolation + 60 mm HWFP	hsi = 7,69, hse = 25
T_i [°C]	20,0
T_a [°C]	-10,0
Hauteur du modèle [m]	0,50
Largeur du modèle [m]	1,20
Φ_{Solido, WB} [W/K]	3,28462
T_{min, WB} [°C]	16,69
U_{Mur} [W/(m²K)]	0,1733
χ_{WB} [W/K]	0,00549
Φ₀ [W/K]	3,11994

Tableau 3 - Aperçu des résultats du modèle 2

160 mm d'épaisseur d'isolation + 60 mm HWFP	hsi = 7,69, hse = 25
T_i [°C]	20,0
T_a [°C]	-10,0
Hauteur du modèle [m]	0,50
Largeur du modèle [m]	1,20
Φ_{Solido, WB} [W/K]	3,79076
T_{min, WB} [°C]	16,27
U_{Mur} [W/(m²K)]	0,2014
χ_{WB} [W/K]	0,00552
Φ₀ [W/K]	3,6252

Tableau 4 - Aperçu des résultats du modèle 3

Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

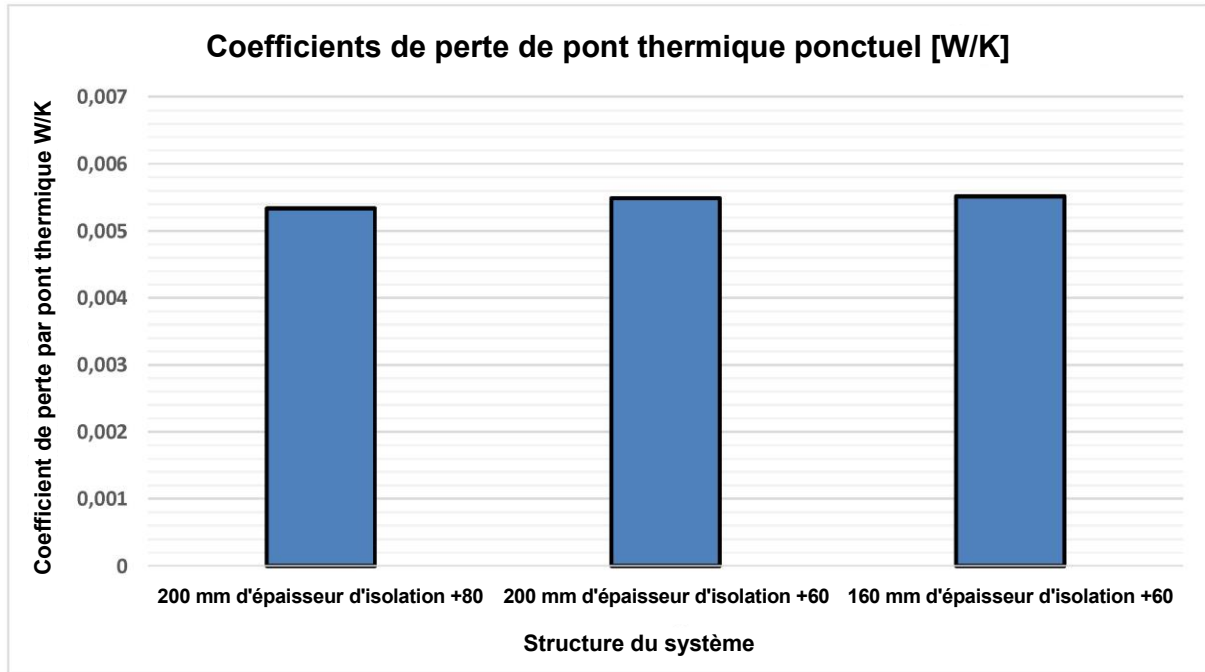


Figure 5 - Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques ponctuels

Les représentations des isothermes et les courbes de température sont présentées ci-dessous.

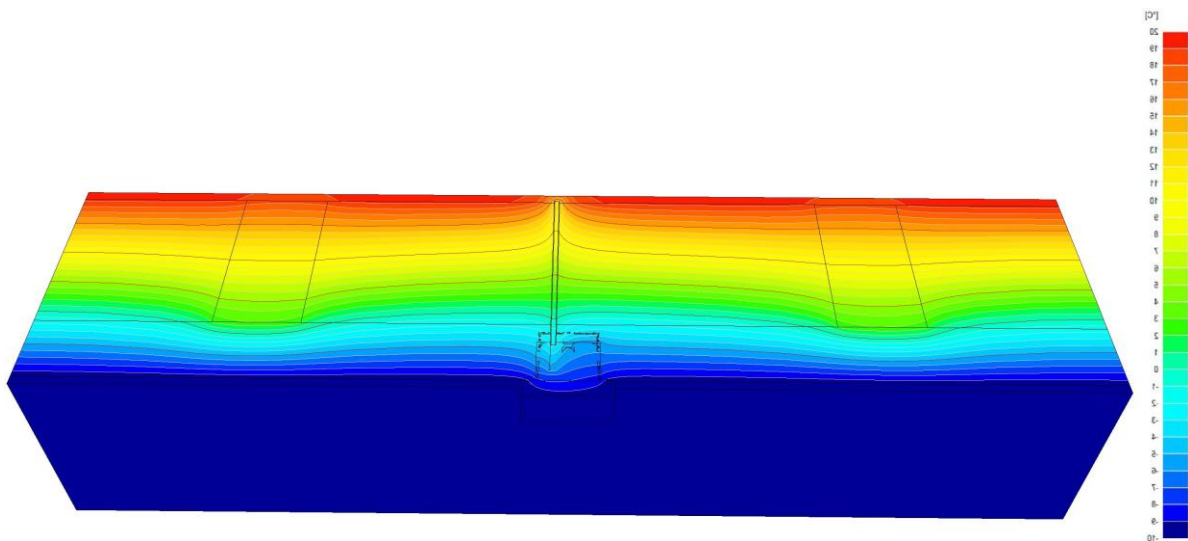


Figure 6 - Évolution de la température et représentation des isothermes Modèle 1

Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

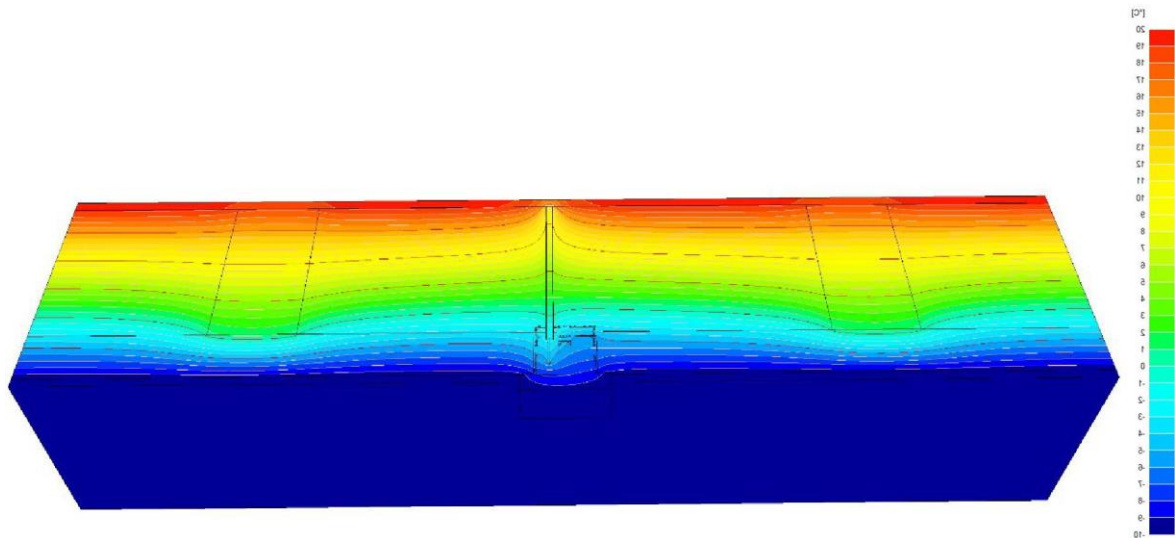


Figure 7 - Évolution de la température et représentation des isothermes Modèle 2

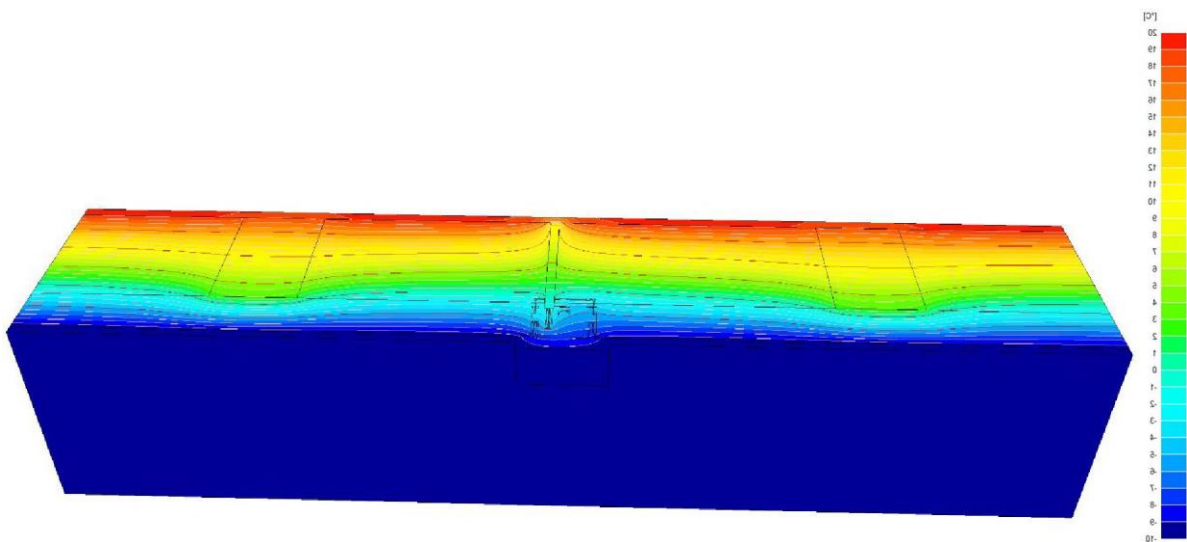


Figure 8 - Évolution de la température et représentation des isothermes Modèle 3

5 Résumé

La boîte d'encastrement ECON® Iso + de Kaiser GmbH & Co. KG est une construction réussie en ce qui concerne les paramètres contrôlés. Les pertes de chaleur supplémentaires dues au pont thermique constructif sont négligeables ou compensables, même dans le segment des constructions neuves de haute qualité énergétique, de l'ordre d'environ 0,005 W/K, et conviennent également à l'utilisation dans les maisons passives. La prise en compte dans le bilan énergétique devrait avoir lieu lorsqu'un nombre relativement élevé de boîtes d'installation est installé et que l'on peut s'attendre, le cas échéant, à des effets de couplage dus à une modification du cheminement des câbles. Les coefficients de perte de ponts thermiques augmentent lorsque la conductivité thermique du plan d'isolation régulier est réduite. La condensation de surface côté pièce, ainsi que la chute d'air froid due aux faibles températures de surface peuvent également être exclues pour la structure analysée. Les températures de surface sont d'environ 16,8 °C à l'endroit le plus froid lorsque la

Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

température extérieure est de -10 °C.

6 Annexe

Constructions murales de référence mises à disposition par le fabricant :

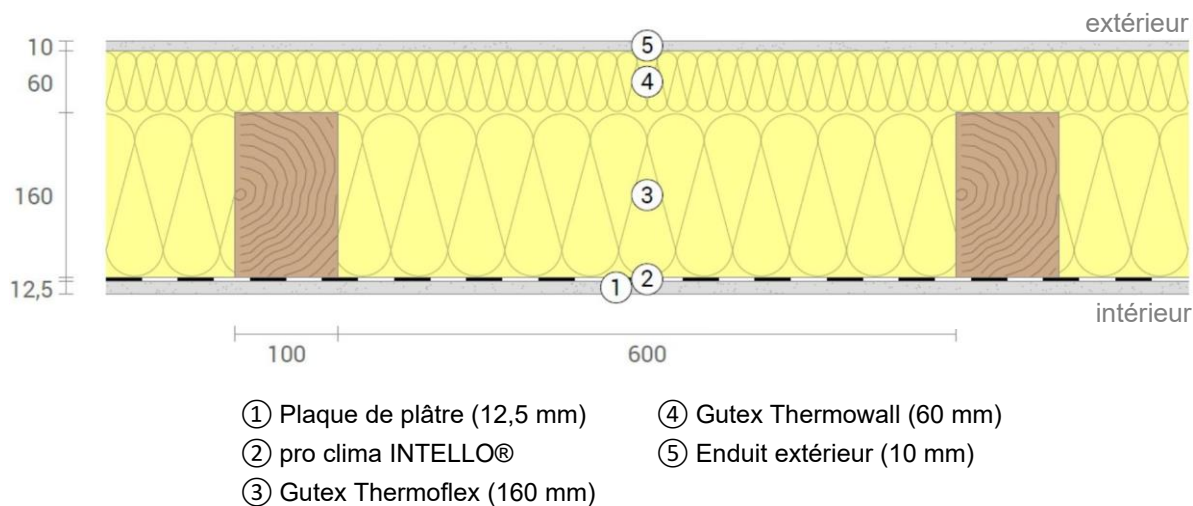


Figure 9 - Structure de référence 1

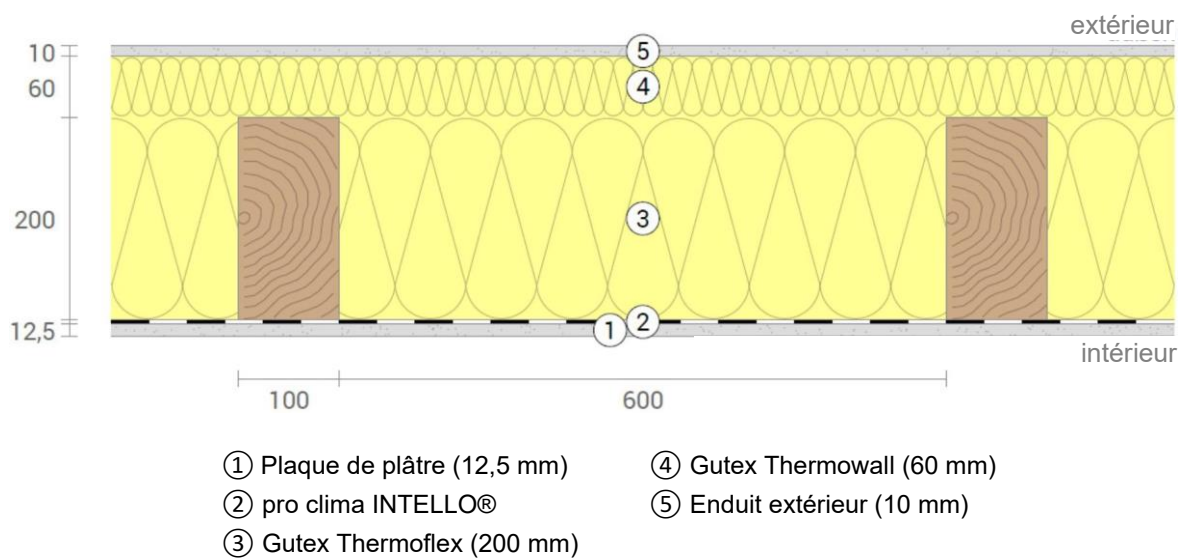


Figure 10 - Structure de référence 2

Remarque : Ce document est une traduction de tiers. Seule la version originale allemande de ce document a une valeur juridique.

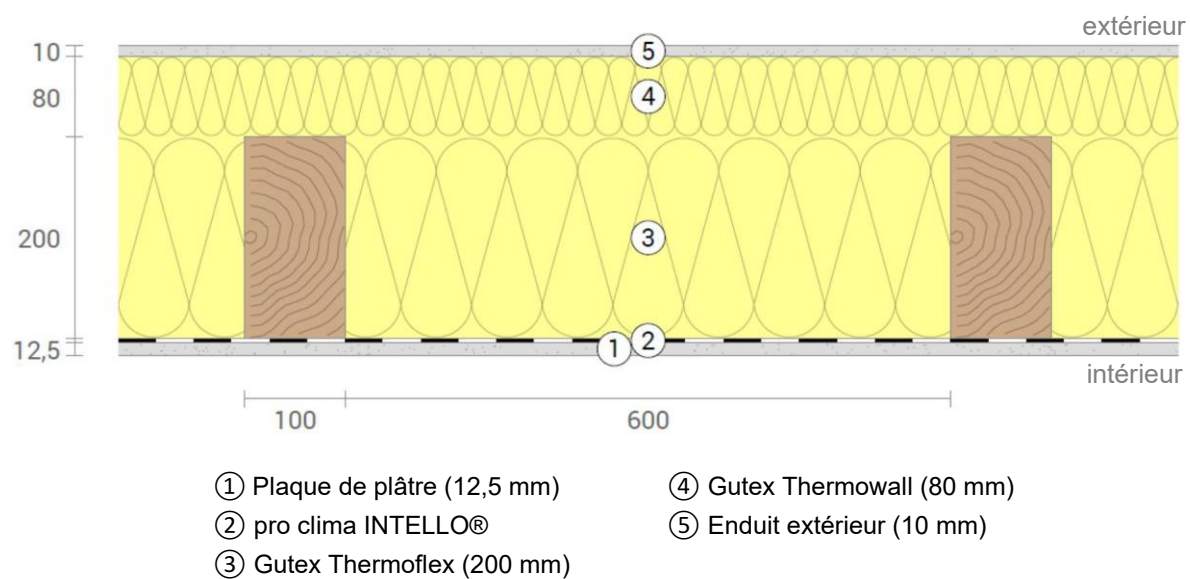


Figure 11 - Structure de référence 3