



**PASSIV  
HAUS  
INSTITUT**

*Dr. Wolfgang Feist*

---

**Calcul des ponts thermiques pour déterminer les  
coefficients de perte ponctuelle de pont thermique  
des**

**supports d'appareils de système**

## **Expertise sommaire**

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

**pour le compte de la société**

**Kaiser GmbH & Co. KG  
Ramsloh 4  
58579 Schalksmühle**

**Février 2014**

*PASSIVHAUS INSTITUT  
Rheinstraße 44/46  
D-64283 Darmstadt  
Tél: +49 (0)6151 8 26 299 0  
Fax: +49 (0)6151 8 26 99 11  
mail@passiv.de  
www.passiv.de*

Adrian Muskatewitz

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



## Introduction

À la demande de la société Kaiser GmbH & Co. KG, le Passivhaus Institut a déterminé les coefficients de perte par pont thermique pour deux types différents de supports d'appareils de système dans un mur extérieur (20 à 25 cm d'isolation). L'expertise ci-dessous documente les résultats de la simulation du flux de chaleur. La modélisation se base sur les documents mis à disposition par le client. Le calcul comprend la simulation du flux de chaleur de deux adaptateurs avec différentes épaisseurs d'isolation. De plus, des variantes avec une conductivité thermique modifiée du plan d'isolation ont été considérées.

Les calculs ont été effectués à l'aide du programme de flux thermique tridimensionnel SOLIDO (version 2.0w) de la société Physibel, Belgique. La présente expertise sommaire en documente les résultats.

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.



## Spécifications pour le calcul des ponts thermiques

Le tableau 1 énumère les matériaux utilisés dans le calcul et leurs conductivités thermiques, en lien avec les couleurs choisies pour la représentation. Les sources des conductivités thermiques sont des valeurs mesurées en laboratoire corrigées par rapport à des valeurs calculées ou des normes pertinentes.

Tableau 1 Correspondance entre les couleurs et les conductivités thermiques par rapport aux matériaux utilisés

Couleur	$\lambda$ W/mK	Désignation
		<b>Isolation</b>
	0,025 - 0,040	Isolation thermique 025 - 040
	0,031	Neopor
		<b>Matière synthétique</b>
	0,42	PE-HD
	0,25	Bouchon d'étanchéité
	0,30	Polyamide (PA)
		<b>Matériaux minéraux</b>
	0,51	Enduit intérieur/Plaque de plâtre armé de fibres
	0,70	Enduit extérieur
	1,0	Brique silico-calcaire
		<b>matériaux libres</b>
	6,97	Matériel de remplacement Conduit

## Conditions marginales

Les conditions limites choisies sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 Coefficients de transfert de chaleur sur les surfaces extérieures et intérieures

### Conditions marginales

Température de l'air extérieur [°C]	-10,0
Transfert thermique extérieur [W/(m <sup>2</sup> K)]	25,0
Température de l'air intérieur [°C]	20,0
Transfert thermique intérieur [W/(m <sup>2</sup> K)]	7,7

## Modélisation

Des modèles CAO en 3D fidèles à l'original, comprenant l'enduit intérieur, la brique silico-calcaire, l'isolation thermique et l'enduit extérieur, ainsi que le support d'appareils de système correspondant, ont été modélisés. Des conductivités thermiques équivalentes ont été calculées pour les conduits vides conduisant les câbles, représentant la gaine plastique, un câble NYM 3 x 1,5mm<sup>2</sup> et l'air dans le conduit.

Pour le calcul tridimensionnel du flux de chaleur, les modèles ont été divisés en éléments finis par un maillage tridimensionnel. Dans la zone du support d'appareils du système, la taille des mailles est inférieure à 0,5 mm. La taille des mailles augmente vers les bords du modèle.

Le support d'appareils du système a été utilisé dans ces modèles pour déterminer les coefficients de perte de ponts thermiques respectifs et le calcul a été répété. La différence entre le modèle non perturbé et le modèle avec adaptateur donne le coefficient de perte de pont thermique.

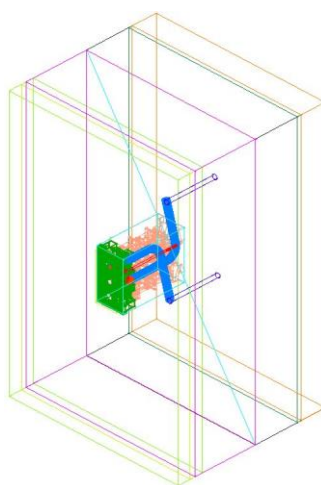


Fig. 1: Exemple de représentation tridimensionnelle du modèle

### Dimensions du modèle

Hauteur	1200 mm
Profondeur	560, 610 mm
Largeur	700 mm

### Structure de la paroi (U= 0,19 à 0,10 W/(m<sup>2</sup>K))

Enduit extérieur	20 mm
Isolation	200, 250 mm
Brique silico-calcaire	175 mm
Enduit intérieur	15 mm

Les coefficients de transmission thermique réglementaires sont listés ci-dessous:

WLG	Épaisseur d'isolation [mm]		
	200	250	
040	0,1852	0,1503	[W/m <sup>2</sup> K]
035	0,1635	0,1325	[W/m <sup>2</sup> K]
032	0,1503	0,1217	[W/m <sup>2</sup> K]
030	0,1415	0,1145	[W/m <sup>2</sup> K]
029	0,1370	0,1108	[W/m <sup>2</sup> K]
025	0,1190	0,0961	[W/m <sup>2</sup> K]



Les résultats des calculs de flux de chaleur sont listés ci-dessous:

Épaisseur d'isolation [mm]	200	250
Isolation WLG	040	040
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Hauteur du modèle [m]	1,20	1,20
Largeur du modèle [m]	0,70	0,70
Q <sub>Solido, non perturbé</sub> [W]	4,66644	3,78845
Q <sub>Solido, WB</sub> [W]	4,85622	3,96403
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,19	19,33
U <sub>Mur</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1852	0,1503
U <sub>eq WB</sub>	0,1927	0,1573
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00633	0,00585

Tableau 3: Résultats de la simulation du flux de chaleur (WLG 040)

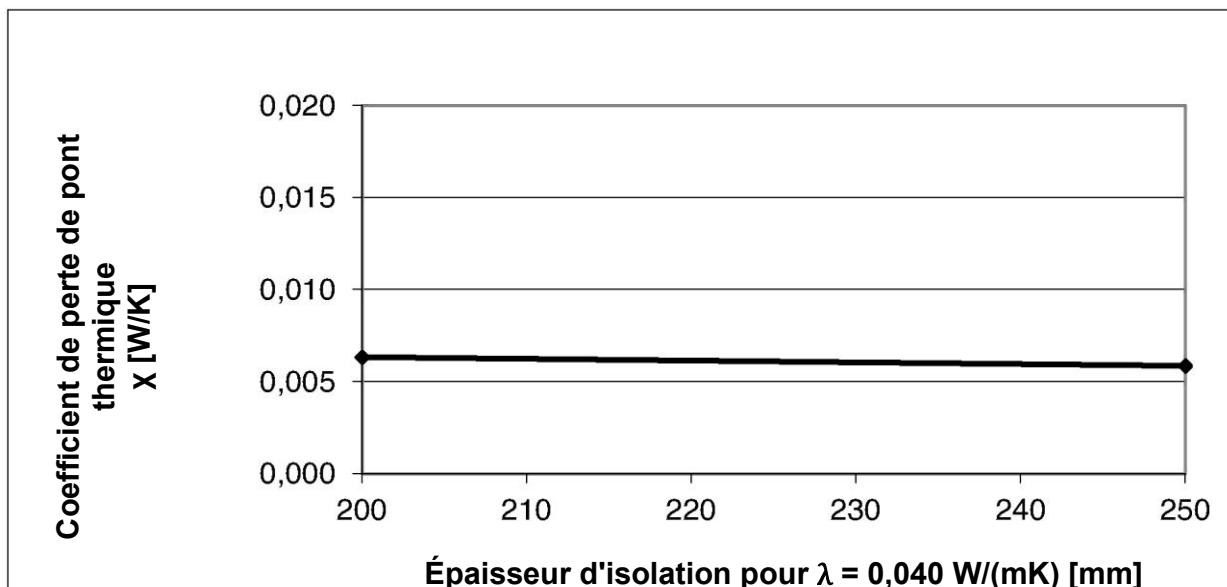


Fig.2: Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques (WLG 040)



Épaisseur d'isolation [mm]	200	250
Isolation WLG	<b>035</b>	<b>035</b>
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Hauteur du modèle [m]	1,20	1,20
Largeur du modèle [m]	0,70	0,70
Q <sub>Solido, non perturbé</sub> [W]	4,12136	3,34012
Q <sub>Solido, WB</sub> [W]	4,32546	3,52925
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,27	19,39
U <sub>Mur</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1635	0,1325
U <sub>eq WB</sub>	0,1716	0,1400
χ <sub>WB</sub> [W/K]	<b>0,00680</b>	<b>0,00630</b>

Tableau 4: Résultats de la simulation du flux de chaleur (WLG 035)

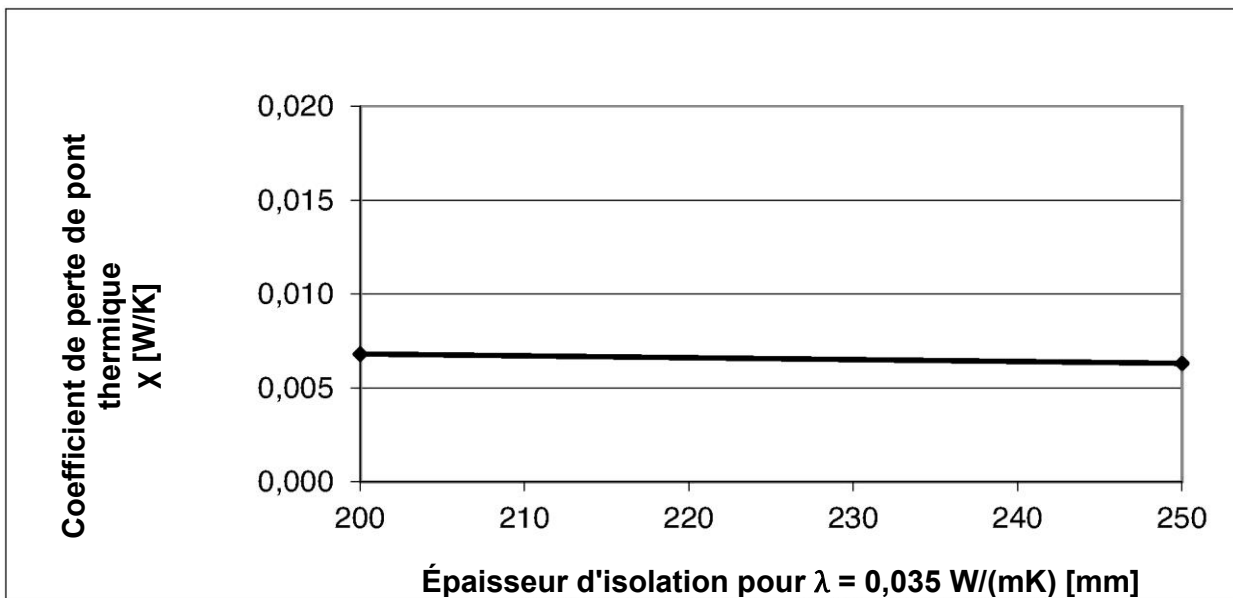


Fig.3: Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques (WLG 035)



Épaisseur d'isolation [mm]	200	250
Isolation WLG	032	032
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Hauteur du modèle [m]	1,20	1,20
Largeur du modèle [m]	0,70	0,70
Q <sub>Solido, non perturbé</sub> [W]	3,78851	3,06766
Q <sub>Solido, WB</sub> [W]	4,00188	3,26517
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,32	19,43
U <sub>Mur</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1503	0,1217
U <sub>eq WB</sub>	0,1588	0,1296
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00711	0,00658

Tableau 5: Résultats de la simulation du flux de chaleur (WLG 032)

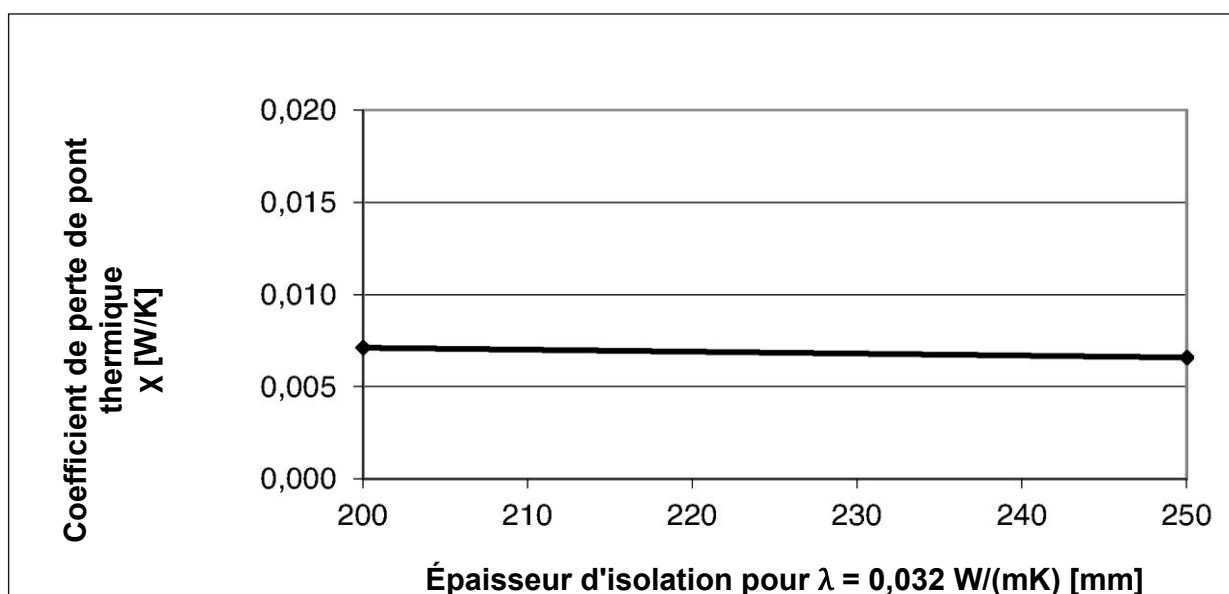


Fig.4: Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques (WLG 032)



Épaisseur d'isolation [mm]	200	250
Isolation WLG	<b>030</b>	<b>030</b>
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Hauteur du modèle [m]	1,20	1,20
Largeur du modèle [m]	0,70	0,70
Q <sub>Solido, non perturbé</sub> [W]	3,56540	2,88500
Q <sub>Solido, WB</sub> [W]	3,78401	3,08784
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,35	19,45
U <sub>Mur</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1415	0,1145
U <sub>eq WB</sub>	0,1502	0,1225
χ <sub>WB</sub> [W/K]	<b>0,00729</b>	<b>0,00676</b>

Tableau 6: Résultats de la simulation du flux de chaleur (WLG 030)

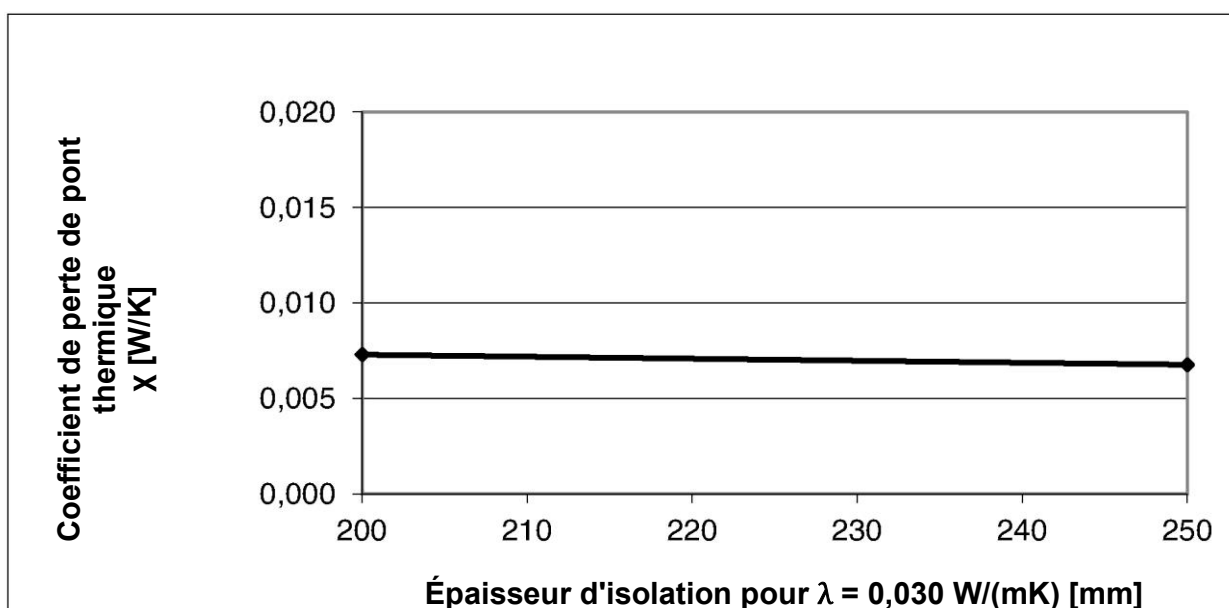


Fig.5: Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques (WLG 030)





Épaisseur d'isolation [mm]	200	250
Isolation WLG	029	029
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Hauteur du modèle [m]	1,20	1,20
Largeur du modèle [m]	0,70	0,70
Q <sub>Solido, non perturbé</sub> [W]	3,45276	2,79338
Q <sub>Solido, WB</sub> [W]	3,67444	2,99872
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,37	19,47
U <sub>Mur</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1370	0,1108
U <sub>eq WB</sub>	0,1458	0,1190
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00739	0,00684

Tableau 7: Résultats de la simulation du flux de chaleur (WLG 029)

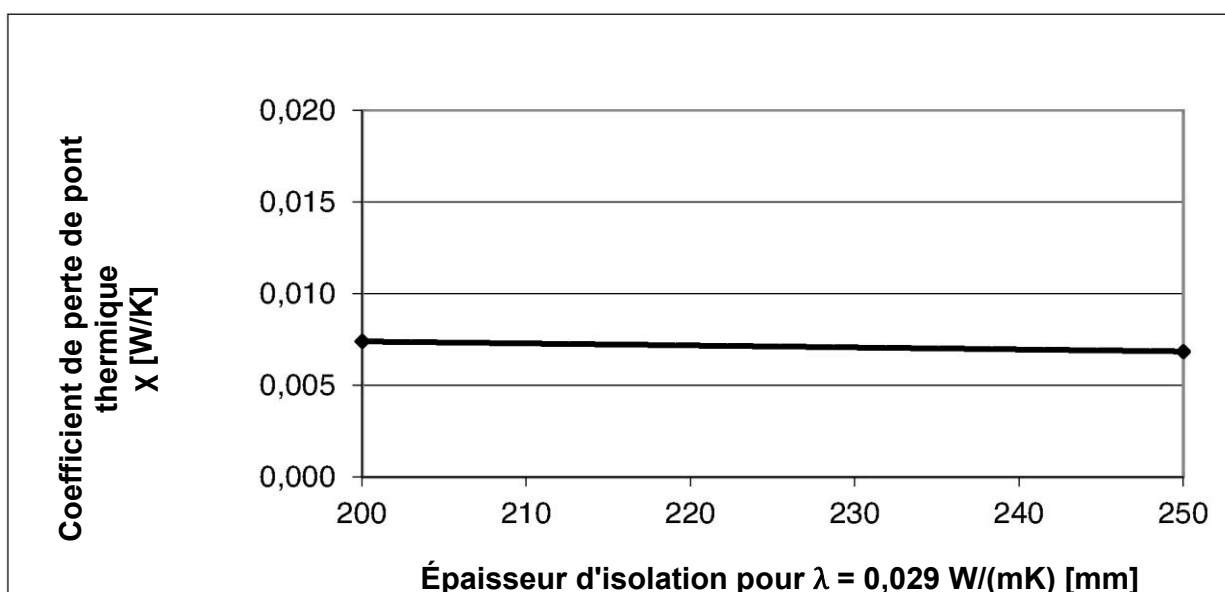


Fig.6: Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques (WLG 029)



Épaisseur d'isolation [mm]	200	250
Isolation WLG	025	025
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Hauteur du modèle [m]	1,20	1,20
Largeur du modèle [m]	0,70	0,70
Q <sub>Solido, non perturbé</sub> [W]	2,99961	2,42290
Q <sub>Solido, WB</sub> [W]	3,23139	2,63961
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,43	19,52
U <sub>Mur</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1190	0,0961
U <sub>eq WB</sub>	0,1282	0,1047
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00773	0,00722

Tableau 8: Résultats de la simulation du flux de chaleur (WLG 025)

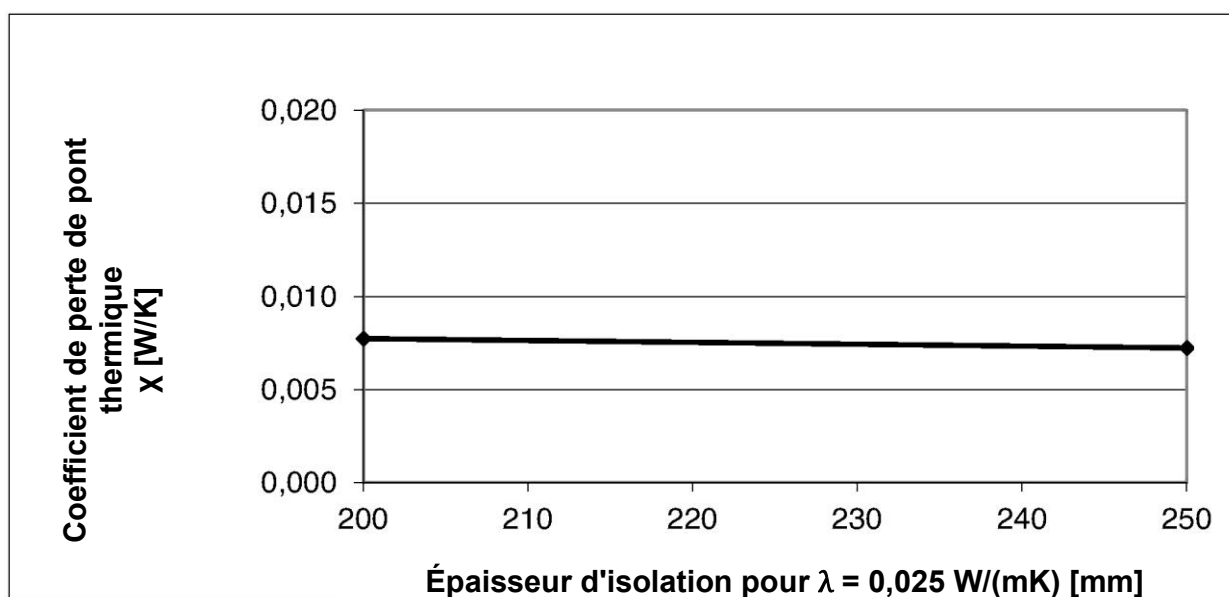


Fig.7: Représentation des coefficients de perte de ponts thermiques (WLG 025)

Les modèles et les graphiques isothermes correspondants des supports d'appareils de système simulés sont présentés ci-dessous:

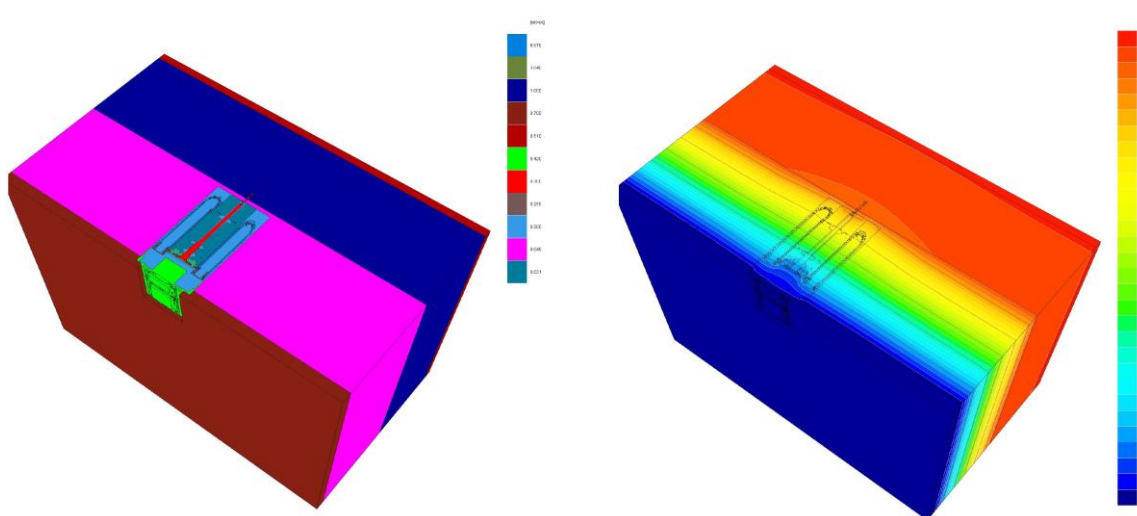


Fig.8: Modèle et graphique isotherme du 200<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (200 mm, WLG 040)

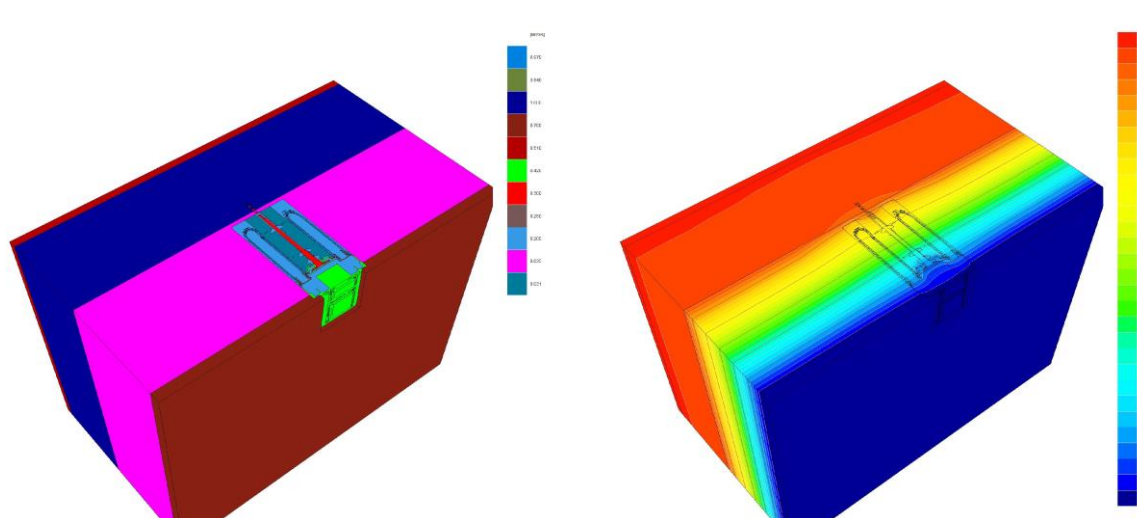


Fig.9: Modèle et graphique isotherme du 200<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (200 mm, WLG 035)

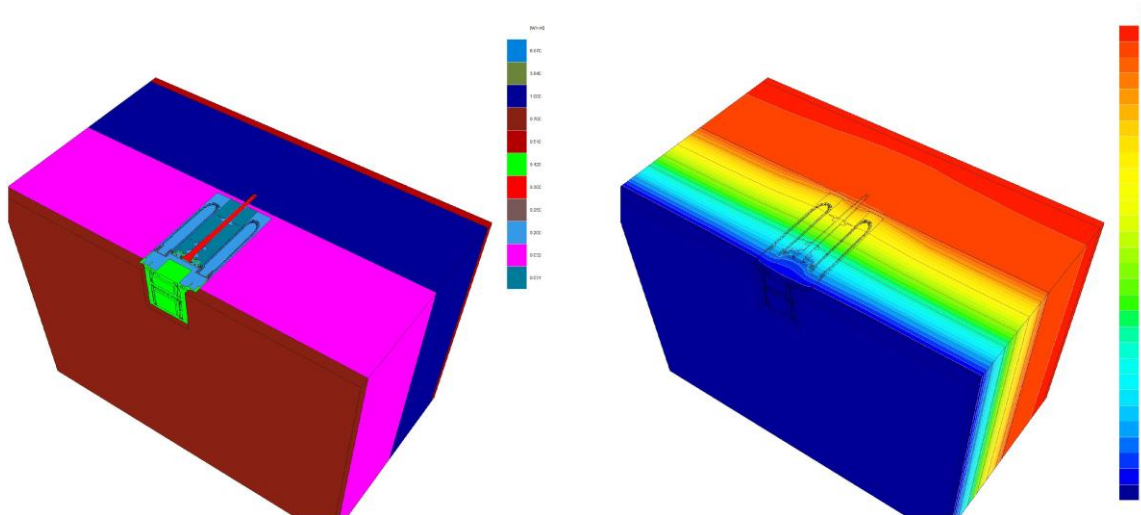


Fig.10: Modèle et graphique isotherme du 200<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (200 mm, WLG 032)

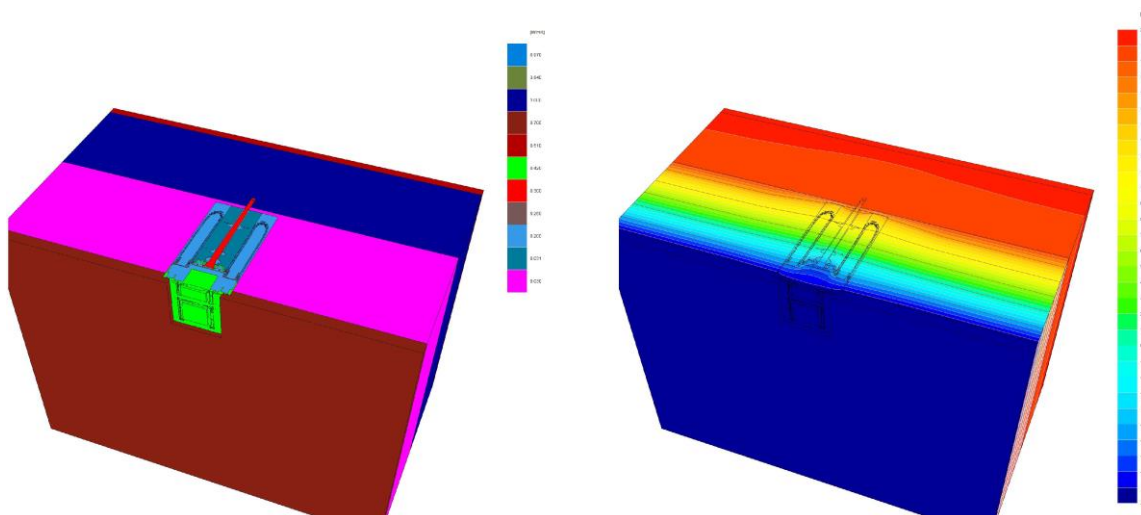


Fig.11: Modèle et graphique isotherme du 200<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (200 mm, WLG 030)

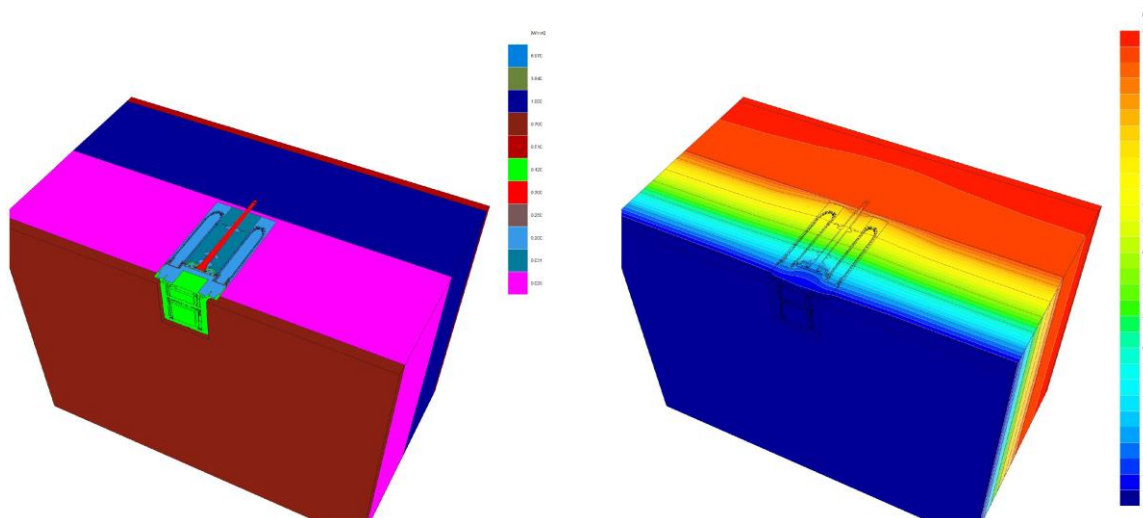


Fig.12: Modèle et graphique isotherme du 200<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (200 mm, WLG 029)

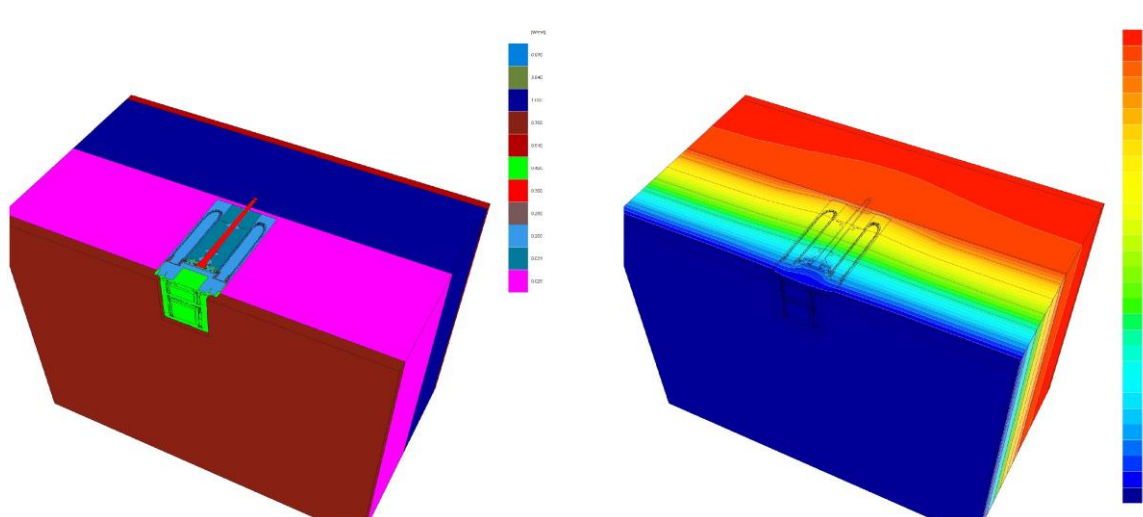


Fig.13: Modèle et graphique isotherme du 200<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (200 mm, WLG 025)

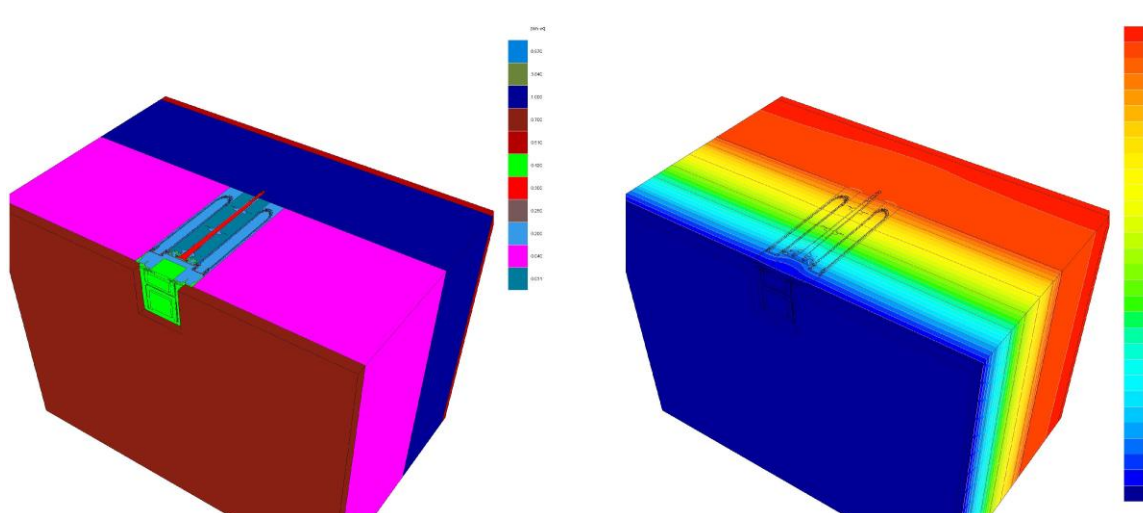


Fig.14: Modèle et graphique isotherme du 250<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (250 mm, WLG 040)

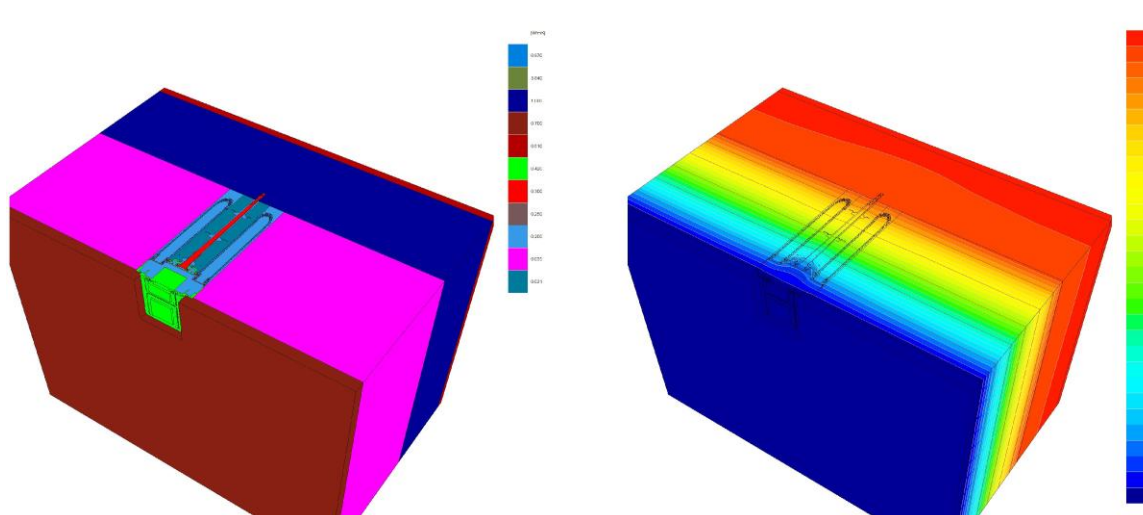


Fig.15: Modèle et graphique isotherme du 250<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (250 mm, WLG 035)

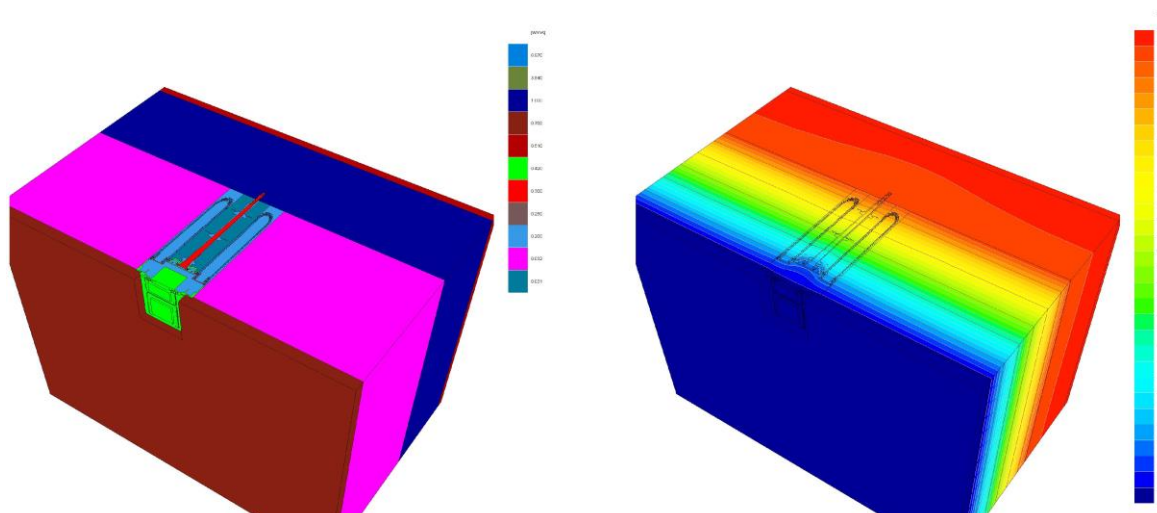


Fig.16: Modèle et graphique isotherme du 250<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (250 mm, WLG 032)

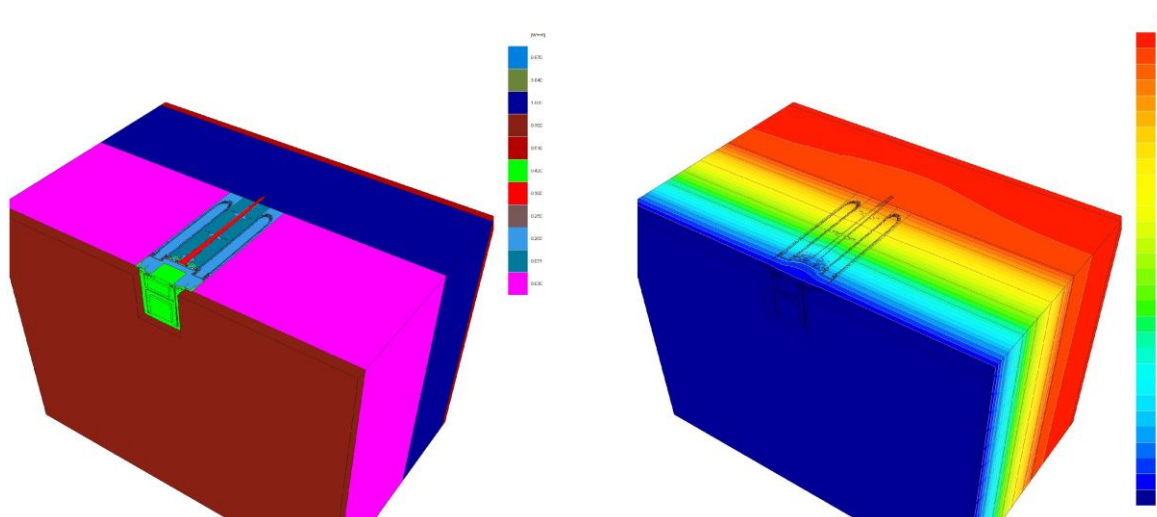


Fig.17: Modèle et graphique isotherme du 250<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (250 mm, WLG 030)

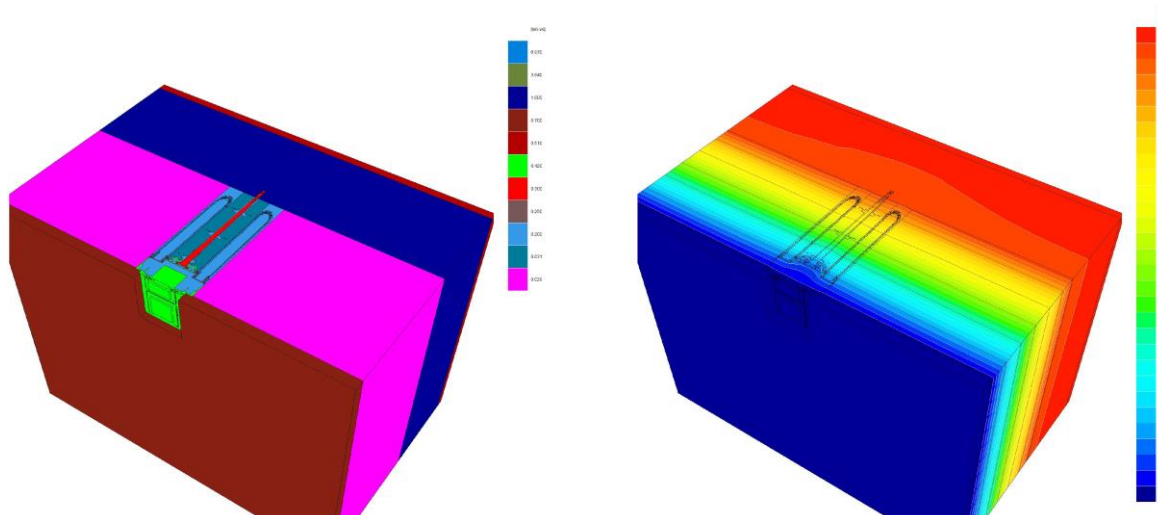


Fig.18: Modèle et graphique isotherme du 250<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (250 mm, WLG 029)

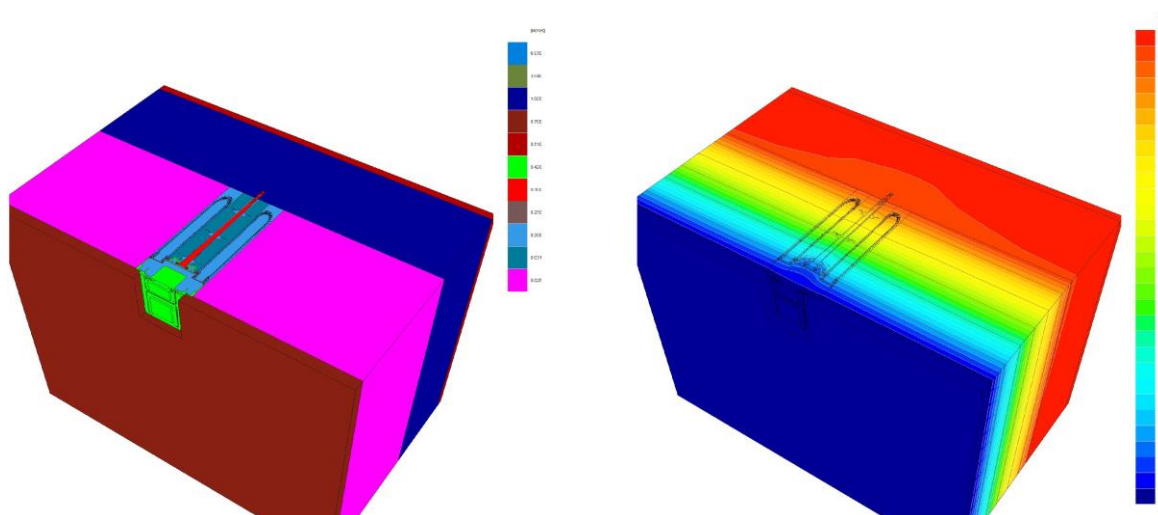


Fig.19: Modèle et graphique isotherme du 250<sup>ème</sup> support d'appareils de système dans SITE (250 mm, WLG 025)



## Résumé des résultats

Les supports d'appareils de système de la société Kaiser GmbH & Co. KG représentent une construction réussie pour une construction sans ponts thermiques et peuvent être recommandés sans restriction pour une utilisation dans des constructions hautement isolées thermiquement.

L'absence de ponts thermiques est un critère important pour la construction de maisons passives. Toutes les variantes analysées présentent un coefficient de perte ponctuelle de ponts thermiques  $\chi_{WB} < 0,01 \text{ W/K}$  et répondent ainsi aux exigences d'une construction sans ponts thermiques. L'influence du pont thermique est négligeable et n'a aucune incidence sur les besoins de chauffage d'un bâtiment. Les températures de surface côté intérieur sont nettement supérieures aux  $17^\circ\text{C}$  exigés pour les systèmes de construction opaques (en moyenne même environ 2,5 K de plus). Les températures élevées permettent d'exclure tout dommage dû à une plus grande activité de l'eau à l'intérieur. La condition préalable est le montage selon les instructions du fabricant.

Afin de déterminer l'influence sur les besoins en chauffage, l'apport de ponts thermiques du composant a été simulé dans une maison passive projetée. La figure 20 montre le bilan énergétique avec les supports d'appareils du système, la figure 21 le bilan énergétique d'une solution standard avec une sous-construction en bois et des chevilles. Il s'agit d'un immeuble d'habitation (4 unités d'habitation) pour lequel 4 supports d'appareils de système ont été utilisés par unité d'habitation. La différence en termes de besoins de chauffage est alors d'environ  $0,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

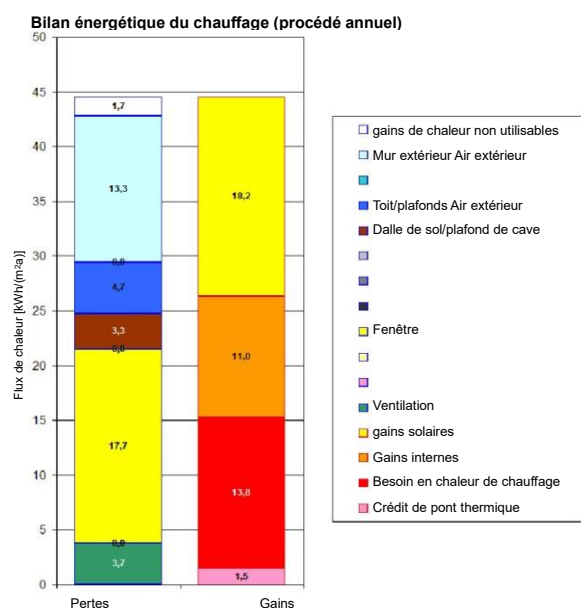


Fig. 20: Bilan énergétique avec support d'appareils de syst.

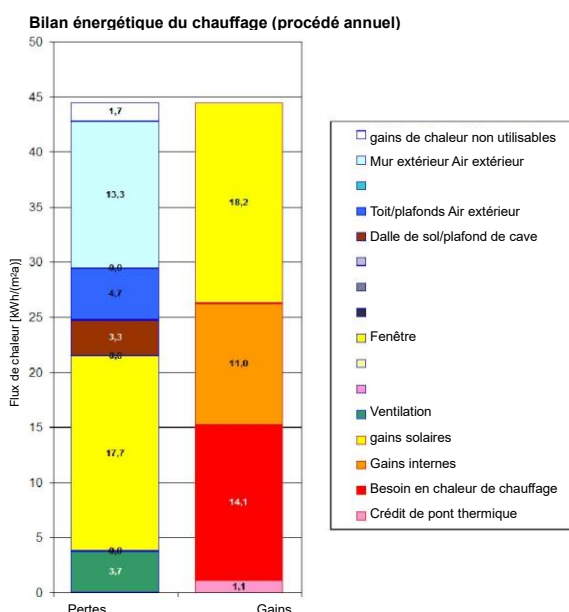


Fig. 21: Bilan énergétique de la solution standard