

Notes techniques et réflexions

Isolation extérieure : influence de la nature des fixations de bardage sur la résistance thermique de la paroi

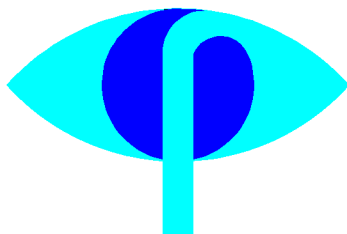
Auteur : Physibel pour ENERTECH

Juillet 2009



Ingénierie énergétique
26160 FELINES S/RIMANDOULE
TEL & FAX : (33) 04.75.90.18.54
email : contact@enertech.fr
Web : www.enertech.fr

PHYSIBEL



RAPPORT 2008_07_CSE

Titre **Simulation thermique de plusieurs détails de construction**
..... **selon EN ISO 10211-1 utilisant le logiciel TRISCO**

Par ordre de CABINET SIDLER / ENERTECH
..... Intermédiaire: M. Christophe PLANTIER
..... F-26160 FELINES S/RIMANDOULE
..... Tel +33 4 75 90 18 54
..... E-mail plantier@enertech.fr

Etude par PHYSIBEL
..... Dr.ir. Piet Standaert
..... Heirweg 21 B-9990 Maldegem
..... Tel +32 50 711432
..... E-mail mail@physibel.be

Date le 13 juillet 2009

INTRODUCTION

Ce rapport concerne la simulation thermique de 6 détails de construction selon EN ISO 10211-1 utilisant le logiciel TRISCO. Le coefficient de transmission thermique (U), le coefficient de transmission linéique (ψ) et le coefficient de transmission ponctuel (X) sont déterminés.

DONNEES COMMUNES

Un mur en béton (épaisseur 16 cm) isolé est mis en œuvre sous bardage. Des équerres métalliques ou en bois traversent l'isolant pour fixer le bardage sur le mur en béton. Une équerre tous les 60 cm (horizontalement et verticalement) est supposée. Par conséquent il suffit de considérer dans la simulation thermique une partie de la paroi de 60 cm sur 60 cm. Les surfaces de section sont adiabatiques à cause de la symétrie.

Table 1 affiche le matériau de l'équerre et l'épaisseur de l'isolation thermique pour les 6 cas.

Table 2 affiche les conductivités thermiques des matériaux et les conditions limites.

cas	équerre	isolation
A	métallique	extérieur 17 cm R=4.5 m ² K/W
B	métallique + cale plastique	extérieur 17 cm R=4.5 m ² K/W
C	métallique	extérieur 10 cm R=2.63 m ² K/W intérieur 8 cm R=2.15 m ² K/W
D	métallique + cale plastique	extérieur 10 cm R=2.63 m ² K/W intérieur 8 cm R=2.15 m ² K/W
E	bois	extérieur 17 cm R=4.5 m ² K/W
F	bois	extérieur 10 cm R=2.63 m ² K/W intérieur 8 cm R=2.15 m ² K/W

Table 1







Col.	Type	CEN-rule	Name	Pat.	λ [W/mK]	ϵ [-]	θ [°C]	h [W/m ² K]
12	MATERIAL		bois (700 kg/m ³)		0.180			
13	MATERIAL		acier		50.000			
14	MATERIAL		acier		50.000			
15	MATERIAL		bois (500 kg/m ³)		0.130			
22	MATERIAL		cale de rupture		0.100			
48	MATERIAL		béton armé (2%)		2.500			
71	MATERIAL		laine minérale R 4.5 m ² K/W		0.038			
71	MATERIAL		laine minérale R 2.63 m ² K/W		0.038			
87	MATERIAL		laine minérale R 2.15 m ² K/W		0.037			
170	BC_SIMPL	HE	extérieur				0.0	25.00
171	BC_SIMPL	HI_NORML	cavité fortement ventilée				0.0	7.70
174	BC_SIMPL	HI_NORML	intérieur				20.0	7.70

Table 2

Un bardage en bois ou en matériau plastique est supposé ($\lambda = 0.18$ W/mK). Les résultats ne sont pas valables pour un bardage métallique.

La cavité entre le bardage et l'isolant est supposée comme fortement ventilée.

L'équerre métallique (sans ou avec cale) est fixée avec 2 vis (\varnothing 8 mm, longueur 70 mm) acier au béton. Figure 1 contient ses spécifications géométriques.

La cale plastique (épaisseur 6 mm) est simulée comme un bloc homogène avec $\lambda = 0.1$ W/mK ce qui tient compte de la nature mixte (matériau plastique + cavités d'air) de la cale.

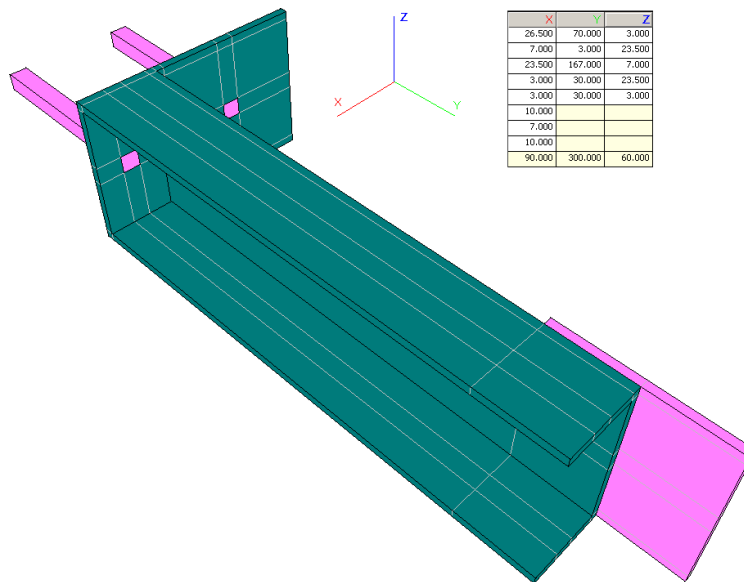


Figure 1 Spécifications géométriques de l'équerre métallique.

Pour chaque cas 2 ou 3 simulations ont été réalisées :

- cas A, B, C, D :
 - 1) simulation 1D (situation sans équerre et sans chevron en bois)
 - 2) simulation 2D (situation sans équerre et avec chevron en bois)
 - 3) simulation 3D (situation avec équerre et avec chevron en bois)
- cas E :
 - 1) simulation 1D (situation sans chevrons en bois)
 - 2) simulation 3D (situation avec chevrons en bois)
- cas F :
 - 1) simulation 1D (situation sans chevrons en bois)
 - 2) simulation 2D (situation avec chevron en bois)

Des résultats 1D le coefficient de transmission thermique U en absence du pont thermique est dérivé.

Des résultats 2D le coefficient de transmission thermique linéique ψ du chevron est dérivé.

Des résultats 3D le coefficient de transmission thermique ponctuelle χ de l'équerre est dérivé.

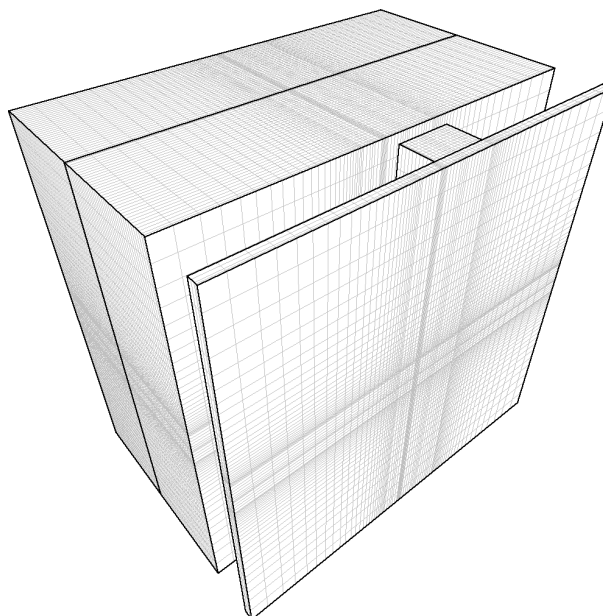


Figure 2 Réseau utilisé pour la simulation numérique.

Figure 2 montre pour le cas A le réseau rectangulaire utilisé dans la simulation numérique. Pour les autres cas, un réseau similaire est utilisé.

Géométrie : Figure 3.

Isothermes : Figure 4.

Densités de flux : Figure 5.

Résultats principaux : Table 3.

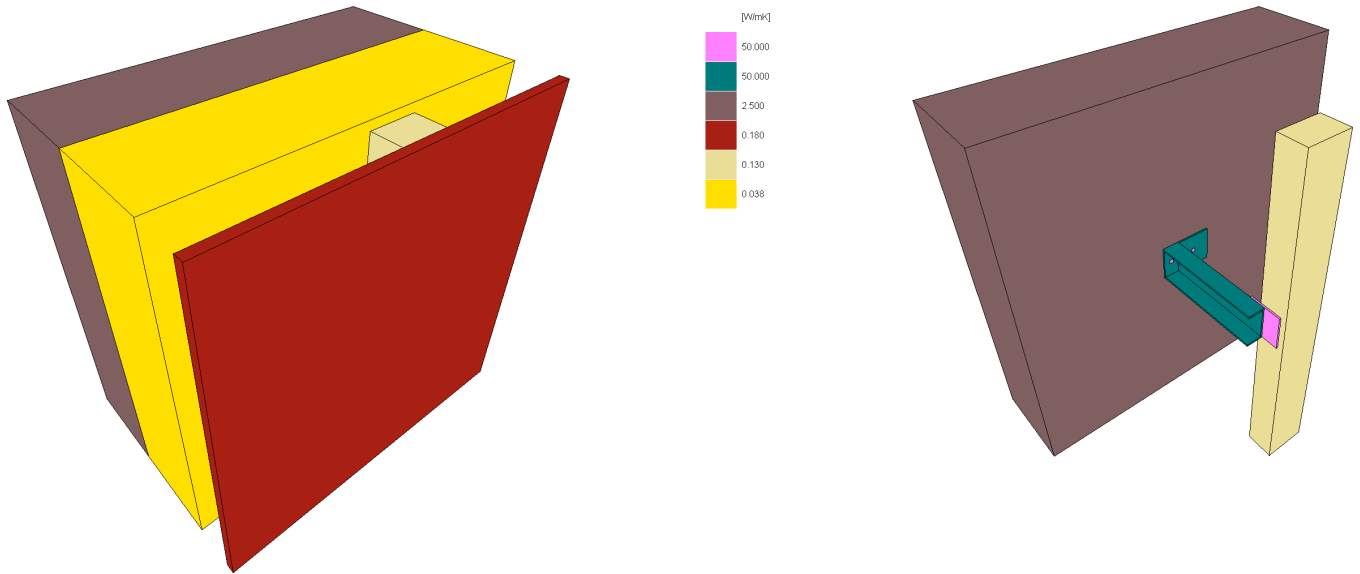


Figure 3 Cas A: géométrie complète (gauche) et partielle (droite).

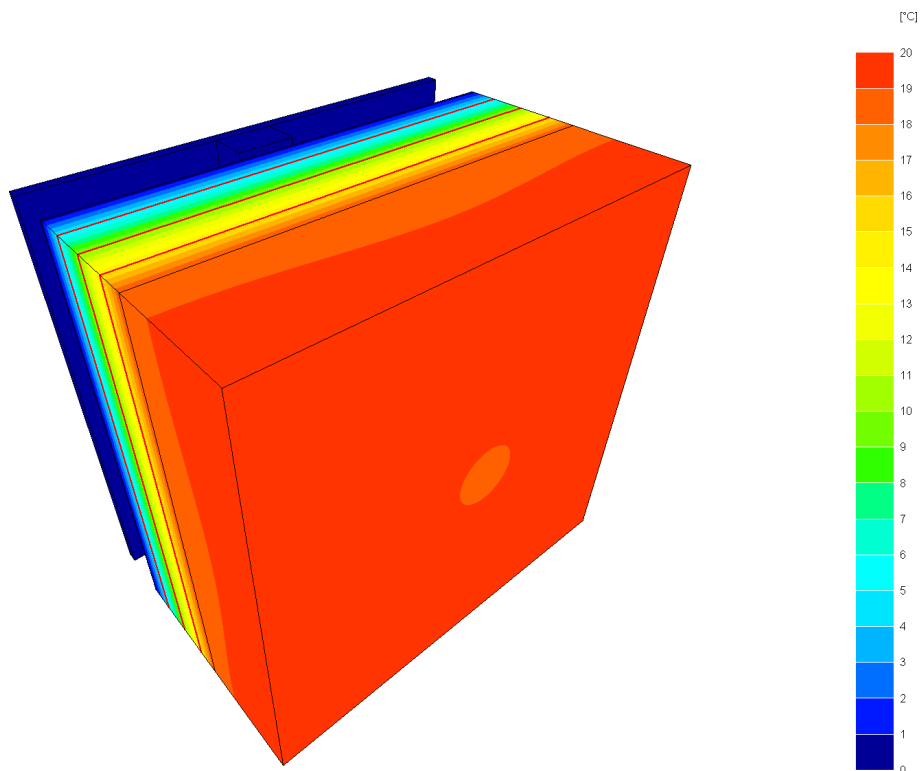


Figure 4 Cas A: isothermes (vue de l'intérieur).

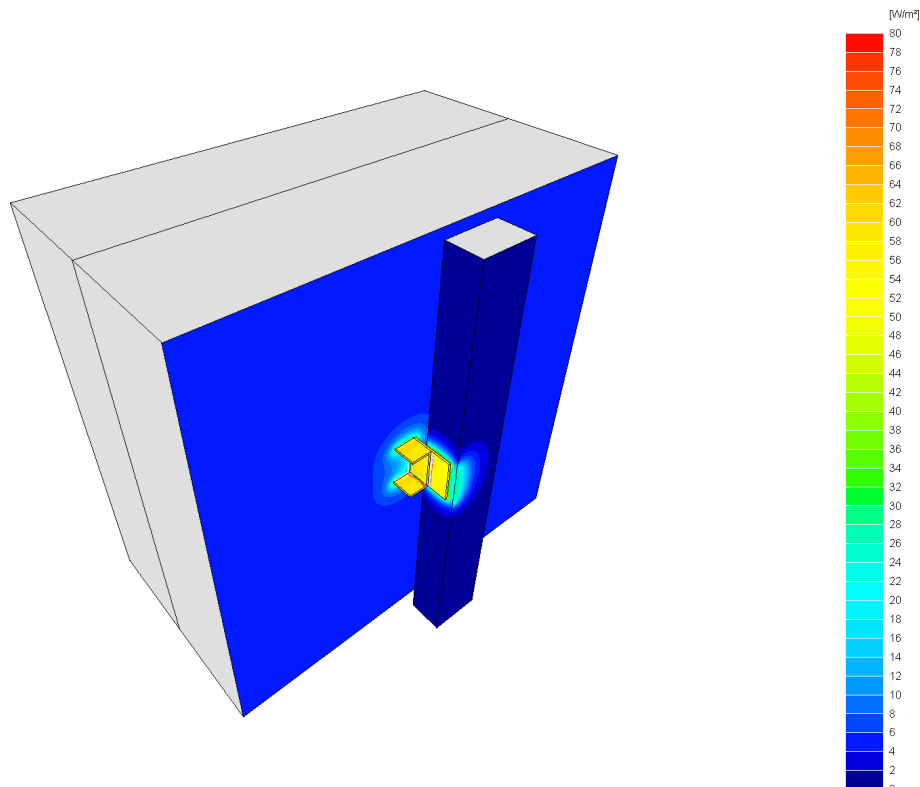


Figure 5 Cas A: densités de flux de chaleur (vue de l'extérieur avec omission du bardage).

CALCUL A										
sans chevron										
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]		
fichier TRISCO casA0.trc	20	1.4927	20.0	0.0746	0.600	0.600	0.360	0.21		
avec chevron									ψ profilé vertical	
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	[W/mK]	
fichier TRISCO casA1.trc	11776	1.4927	20.0	0.0746	0.600	0.600	0.360	0.21	0.0000	
avec chevron										χ fixation ponctuelle
avec fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]		l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]		[W/K]
fichier TRISCO casA2.trc	395453	2.3259	20.0	0.1163	0.600	0.600	0.360	0.32		0.0417

Table 3

Discussion.

L'effet du chevron est tout à fait négligeable.

L'équerre fait monter le coefficient de transmission thermique de la paroi de $U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sans équerre) à $U = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ (avec équerre).

Géométrie : Figure 6.

Isothermes : Figure 7.

Densités de flux : Figure 8.

Résultats principaux : Table 4.

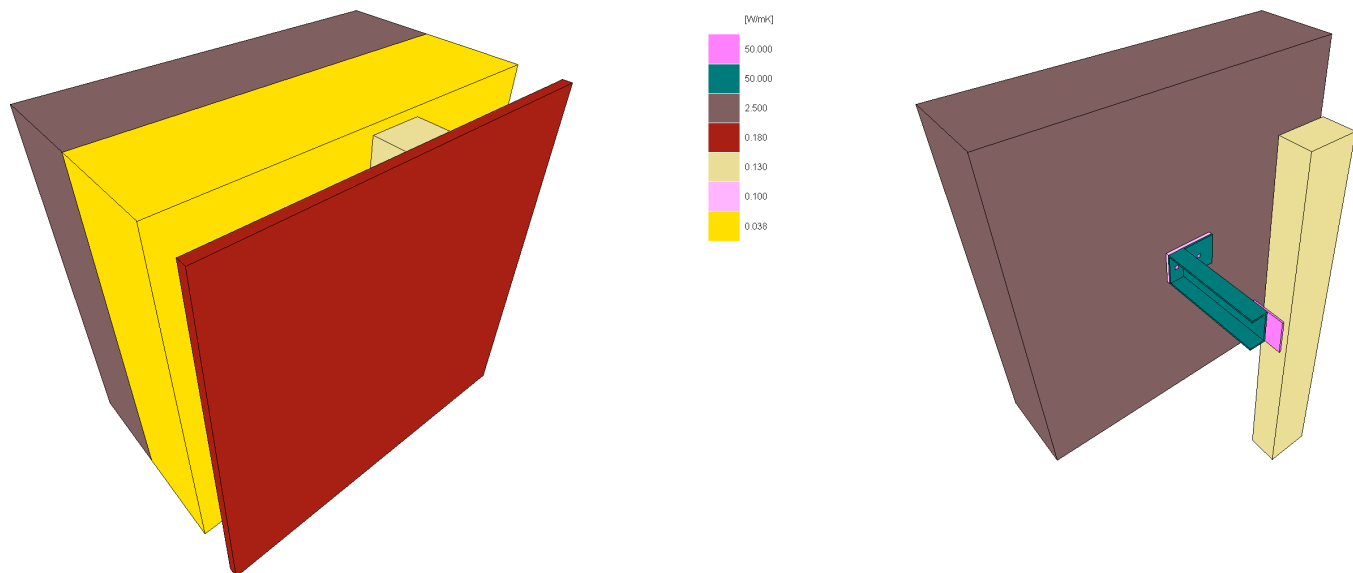


Figure 6 Cas B: géométrie complète (gauche) et partielle (droite).

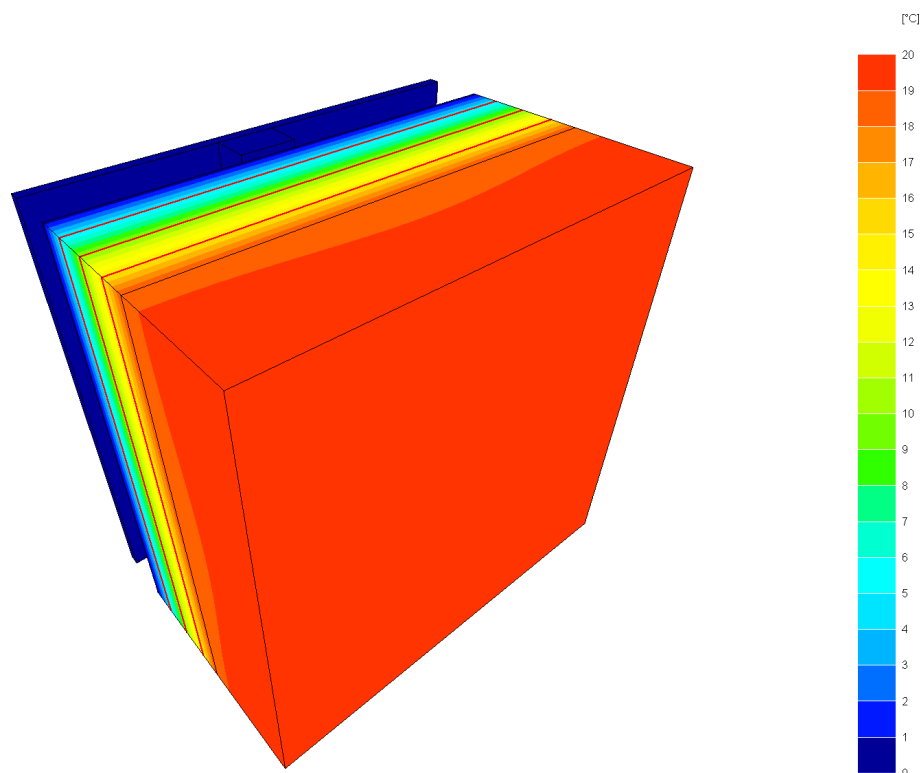


Figure 7 Cas B: isothermes (vue de l'intérieur).

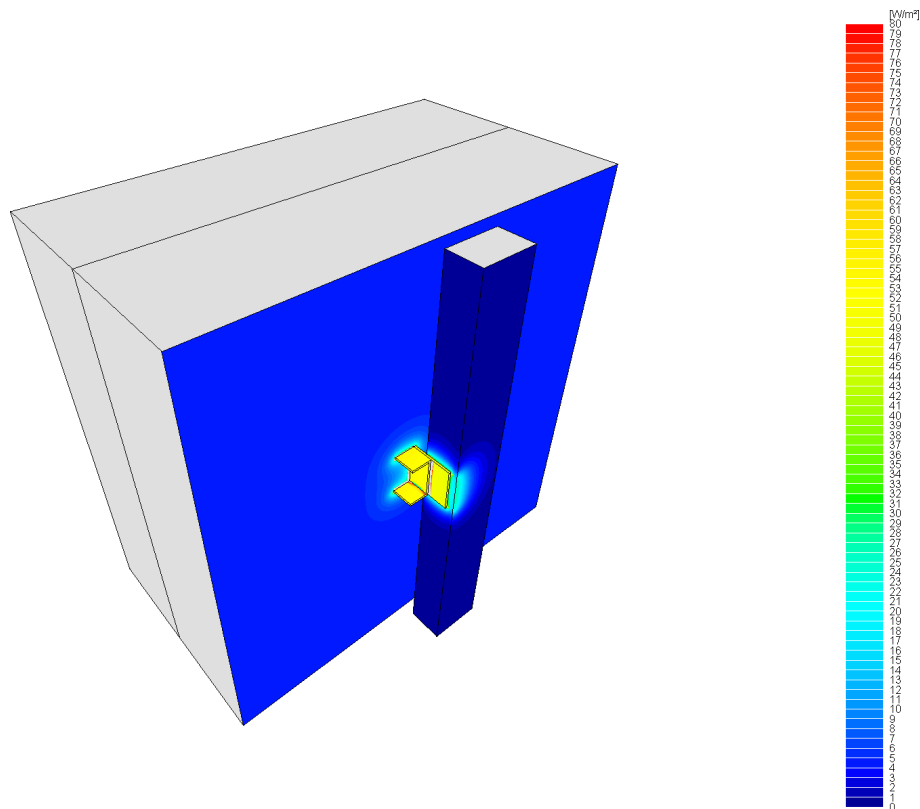


Figure 8 Cas B: densités de flux de chaleur (vue de l'extérieur avec omission du bardage).

CALCUL B									
= A + cale de rupture									
	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	
sans chevron									
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	
fichier TRISCO casB0.trc	20	1.4927	20.0	0.0746	0.600	0.600	0.360	0.21	
avec chevron									ψ profilé vertical [W/mK]
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	
fichier TRISCO casB1.trc	12392	1.4927	20.0	0.0746	0.600	0.600	0.360	0.21	0.0000
avec chevron									χ fixation ponctuelle [W/K]
avec fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	
fichier TRISCO casB2.trc	416089	2.2234	20.0	0.1112	0.600	0.600	0.360	0.31	0.0365

Table 4

Discussion.

L'effet du chevron est tout à fait négligeable.

L'équerre fait monter le coefficient de transmission thermique de la paroi de $U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sans équerre) à $U = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$ (avec équerre). La cale de rupture a peu d'effet (diminution de la valeur U de $U = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$ (cas A) à $U = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$ (cas B)).

Géométrie : Figure 9.

Isothermes : Figure 10.

Densités de flux : Figure 11.

Résultats principaux : Table 5.

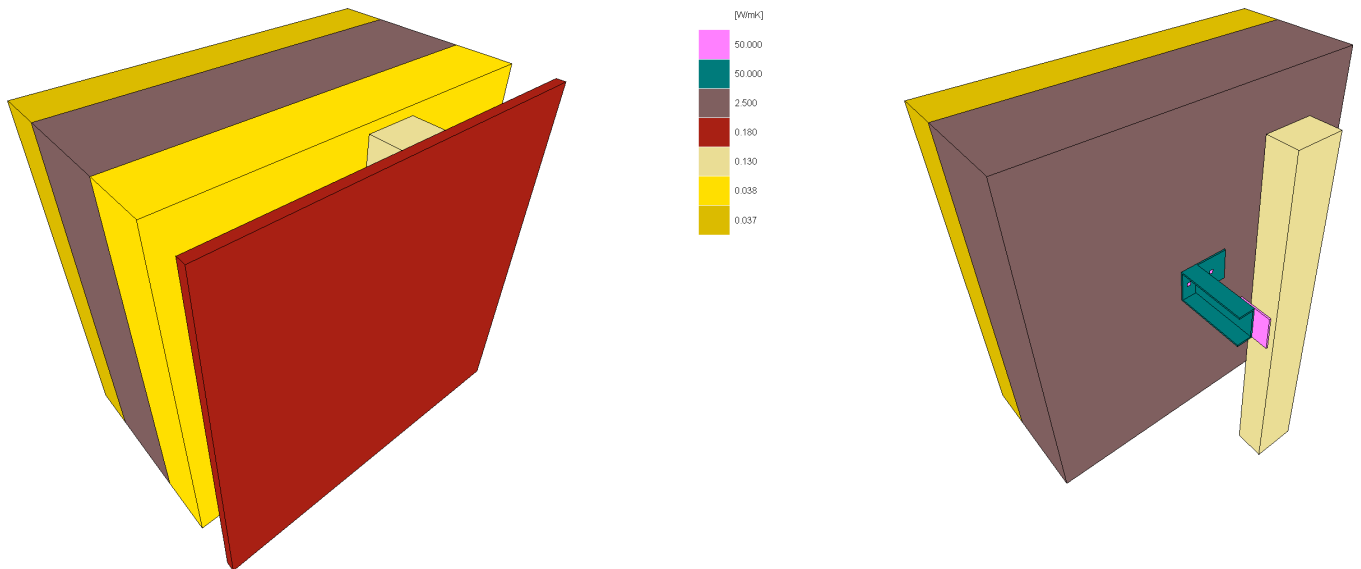


Figure 9 Cas C: géométrie complète (gauche) et partielle (droite).

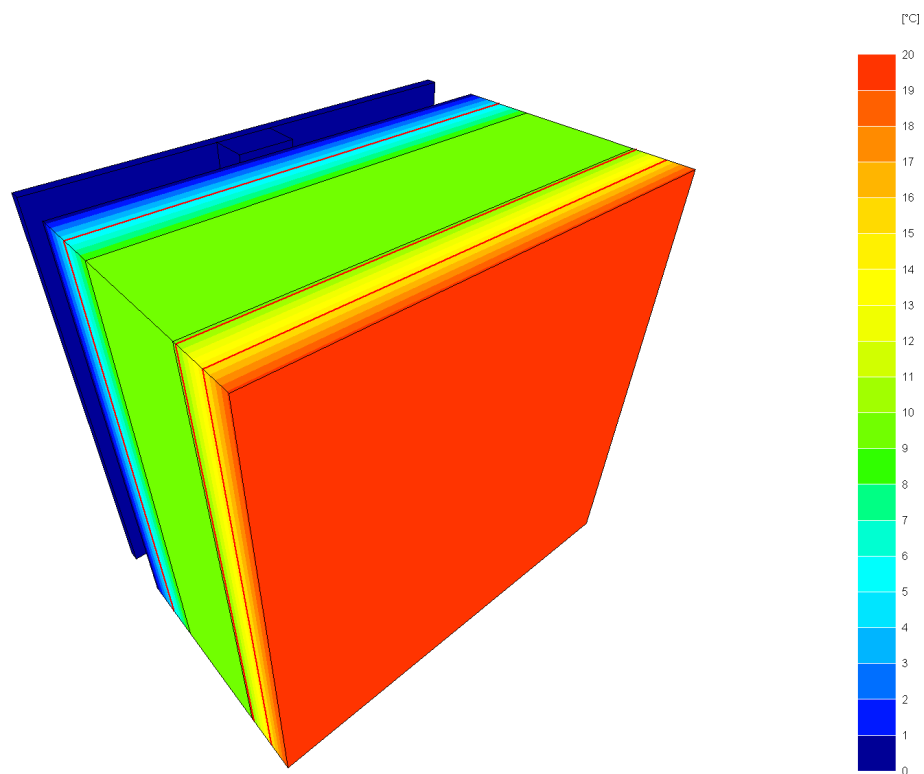


Figure 10 Cas C: isothermes (vue de l'intérieur).

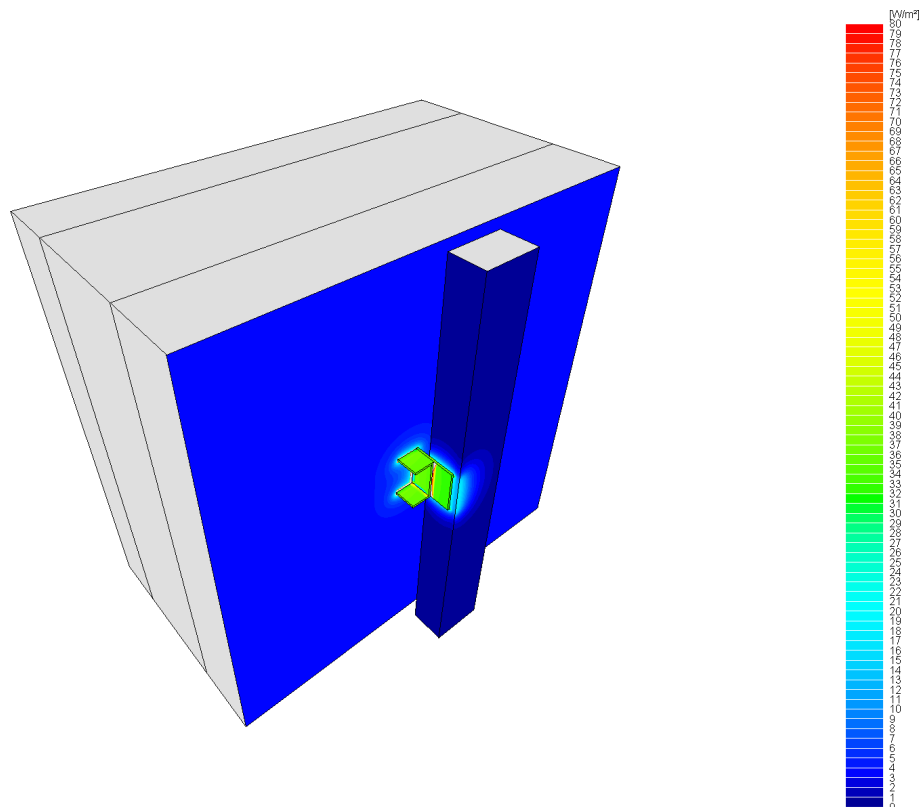


Figure 11 Cas C: densités de flux de chaleur (vue de l'extérieur avec omission du bardage).

= A + isolation int 8 cm / ext 10 cm										
sans chevron										
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]		
fichier TRISCO casC0.trc	24	1.4107	20.0	0.0705	0.600	0.600	0.360	0.20		
avec chevron										
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	ψ profilé vertical [W/mK]	
fichier TRISCO casC1.trc	12084	1.4107	20.0	0.0705	0.600	0.600	0.360	0.20	0.0000	
avec chevron										
avec fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]		l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]		χ fixation ponctuelle [W/K]
fichier TRISCO casC2.trc	405771	1.6849	20.0	0.0842	0.600	0.600	0.360	0.23		0.0137

Table 5

Discussion.

L'effet du chevron est tout à fait négligeable.

L'équerre fait monter le coefficient de transmission thermique de la paroi de $U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sans équerre) à $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ (avec équerre). L'effet pont thermique est donc beaucoup plus faible que dans le cas A, grâce à l'isolation intérieure.

Géométrie : Figure 12

Isothermes : Figure 13.

Densités de flux : Figure 14.

Résultats principaux : Table 6.

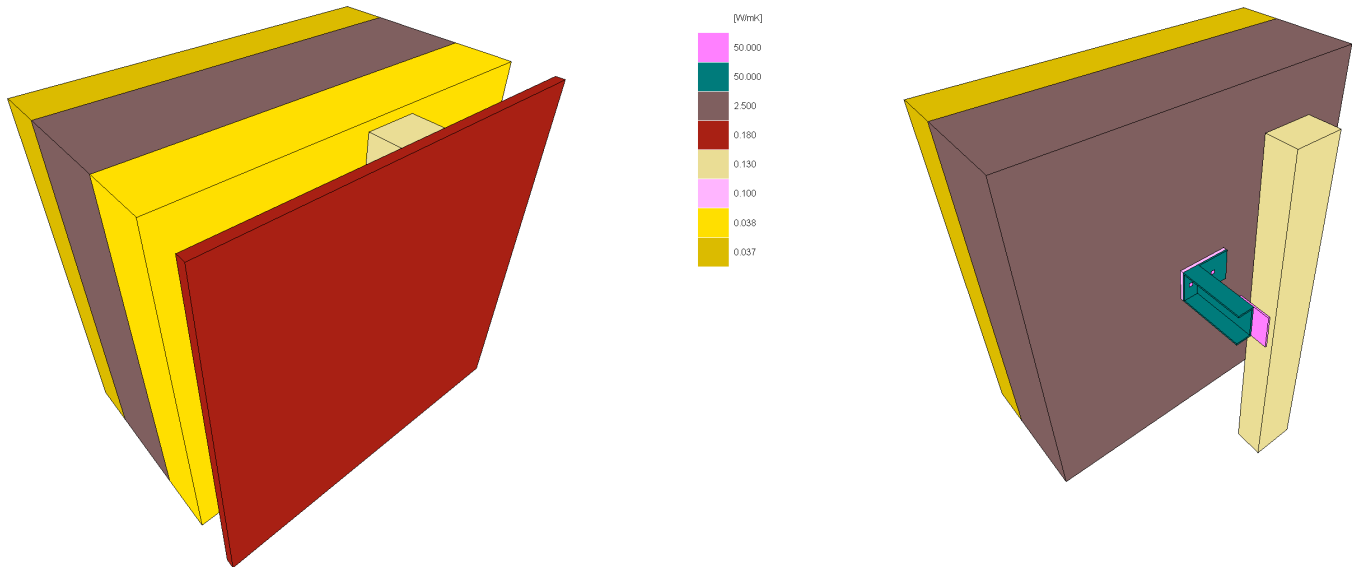


Figure 12 Cas D: géométrie complète (gauche) et partielle (droite).

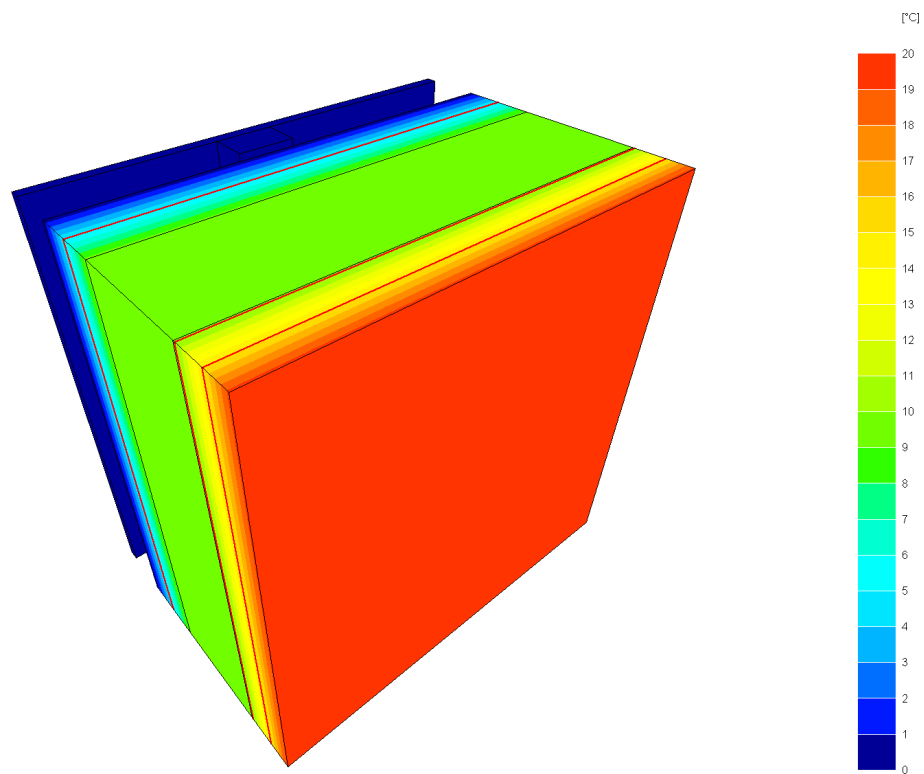


Figure 13 Cas D: isothermes (vue de l'intérieur).

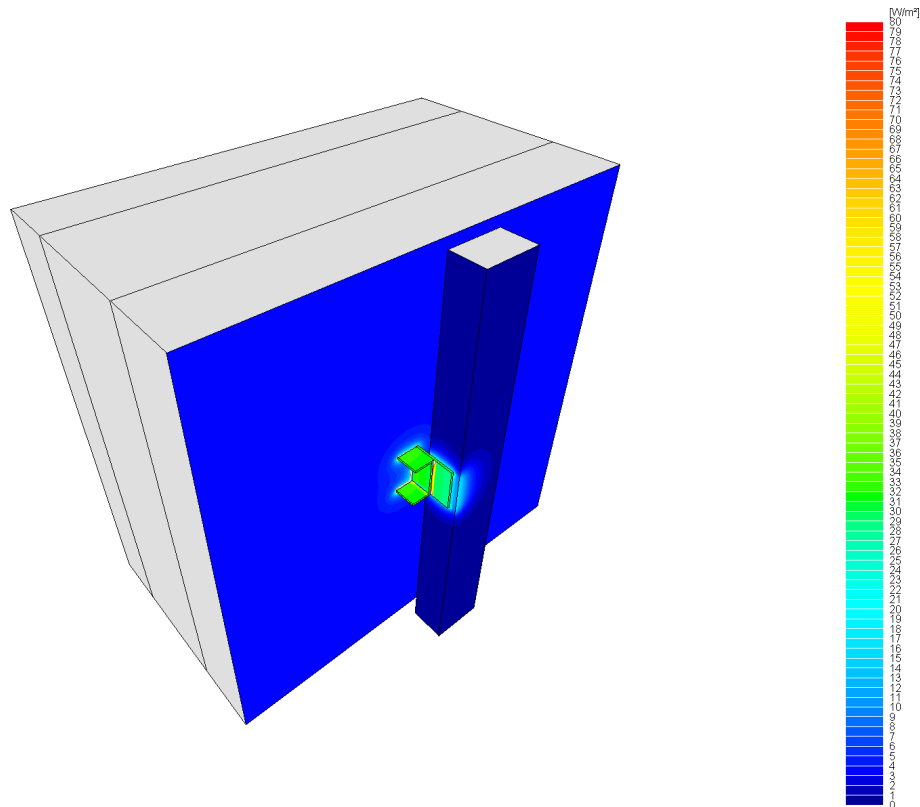


Figure 14 Cas D: densités de flux de chaleur (vue de l'extérieur avec omission du bardage).

= B + isolation int 8 cm / ext 10 cm										
sans chevron										
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]		
fichier TRISCO casD0.trc	24	1.4107	20.0	0.0705	0.600	0.600	0.360	0.20		
avec chevron										
sans fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	ψ profilé vertical [W/mK]	
fichier TRISCO casD1.trc	3588	1.4107	20.0	0.0705	0.600	0.600	0.360	0.20	0.0000	
avec chevron										
avec fixation ponctuelle	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]		l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]		χ fixation ponctuelle [W/K]
fichier TRISCO casD2.trc	416089	1.6494	20.0	0.0825	0.600	0.600	0.360	0.23		0.0119

Table 6

Discussion.

L'effet du chevron est tout à fait négligeable.

L'équerre fait monter le coefficient de transmission thermique de la paroi de $U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sans équerre) à $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ (avec équerre). L'effet de la cale est négligeable comme le résultat est pratiquement le même que dans le cas C.

CASE

Géométrie : Figure 15.

Isothermes : Figure 16.

Densités de flux : Figure 17.

Résultats principaux : Table 7.

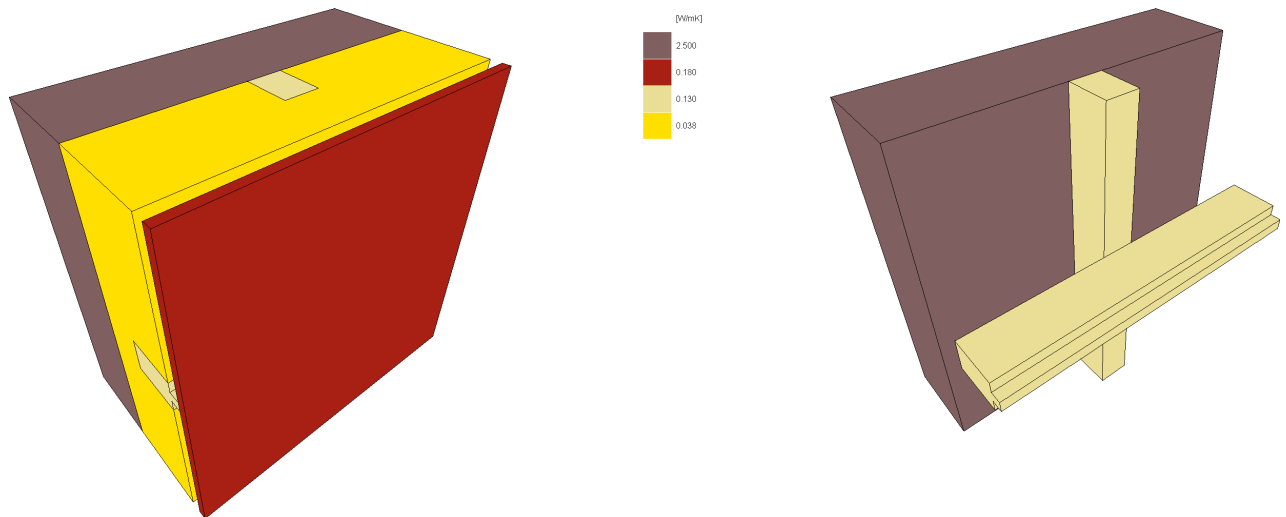


Figure 15 Cas E: géométrie complète (gauche) et partielle (droite).

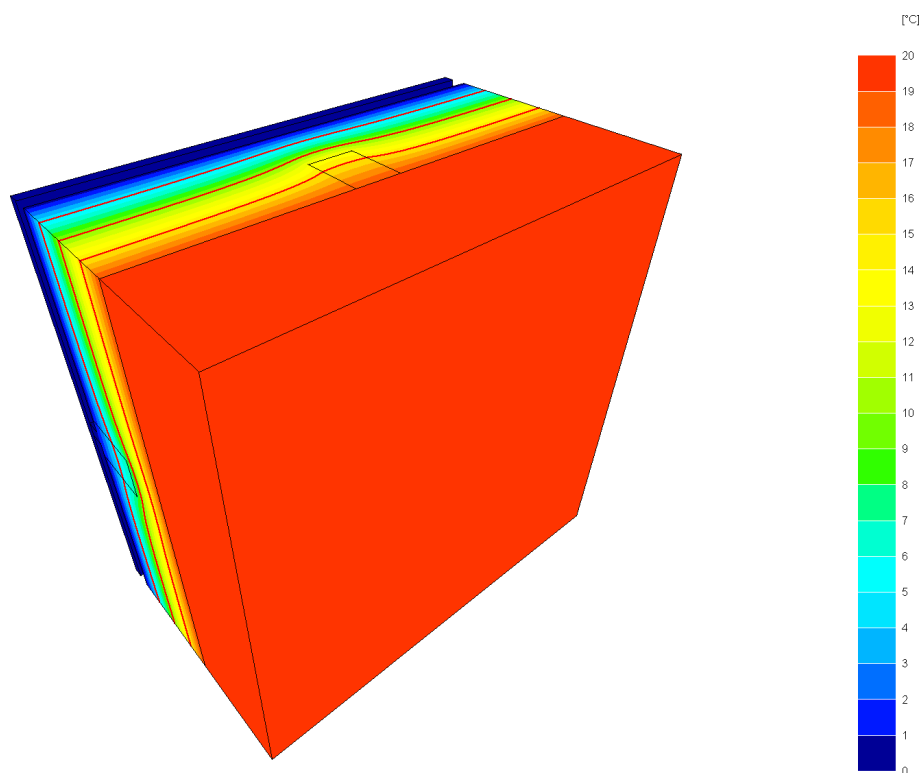


Figure 16 Cas E: isothermes (vue de l'intérieur).

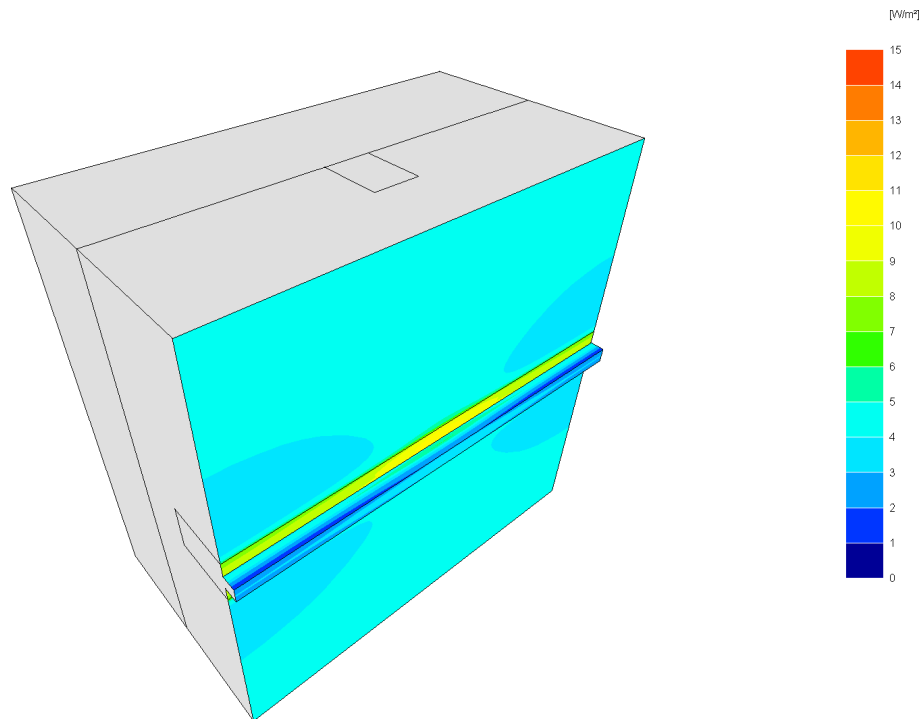


Figure 17 Cas E: densités de flux de chaleur (vue de l'extérieur avec omission du bardage).

CALCUL E									
	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	
sans chevrons									
fichier TRISCO casE0.trc	20	1.4927	20.0	0.0746	0.600	0.600	0.360	0.21	
avec chevrons	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]		l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	χ chevrons [W/K]
fichier TRISCO casE2.trc	268827	1.7312	20.0	0.0866	0.600	0.600	0.360	0.24	0.0119

Table 7

Discussion.

L'ensemble des 2 chevrons fait monter le coefficient de transmission thermique de la paroi de $U = 0.21$ W/m²K (sans chevrons) à $U = 0.24$ W/m²K (avec chevrons).

Géométrie : Figure 18.

Isothermes : Figure 19.

Densités de flux : Figure 20.

Résultats principaux : Table 8.

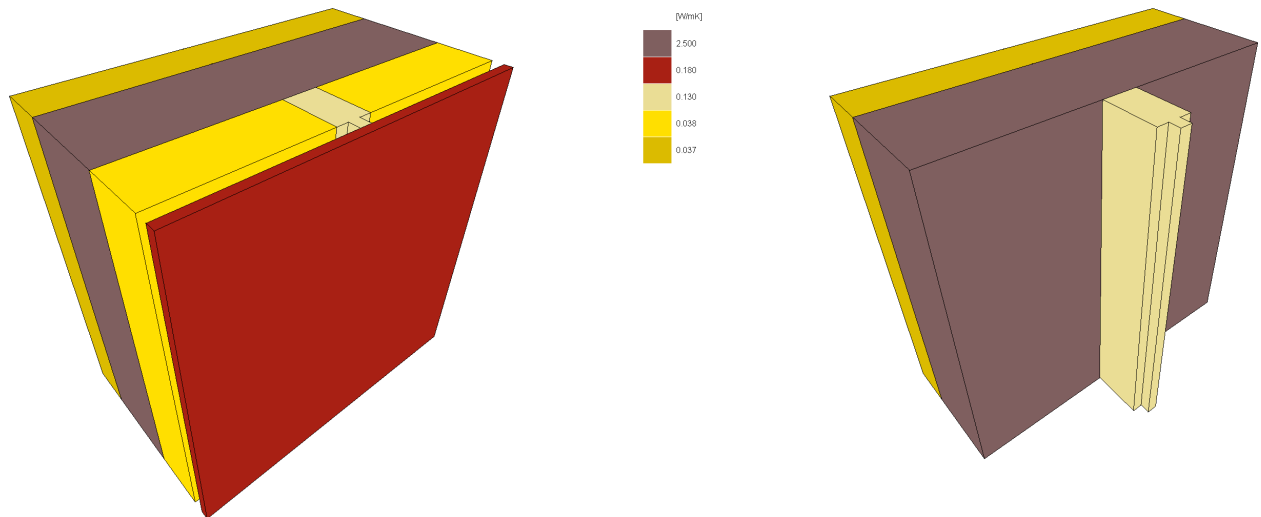


Figure 18 Cas F: géométrie complète (gauche) et partielle (droite).

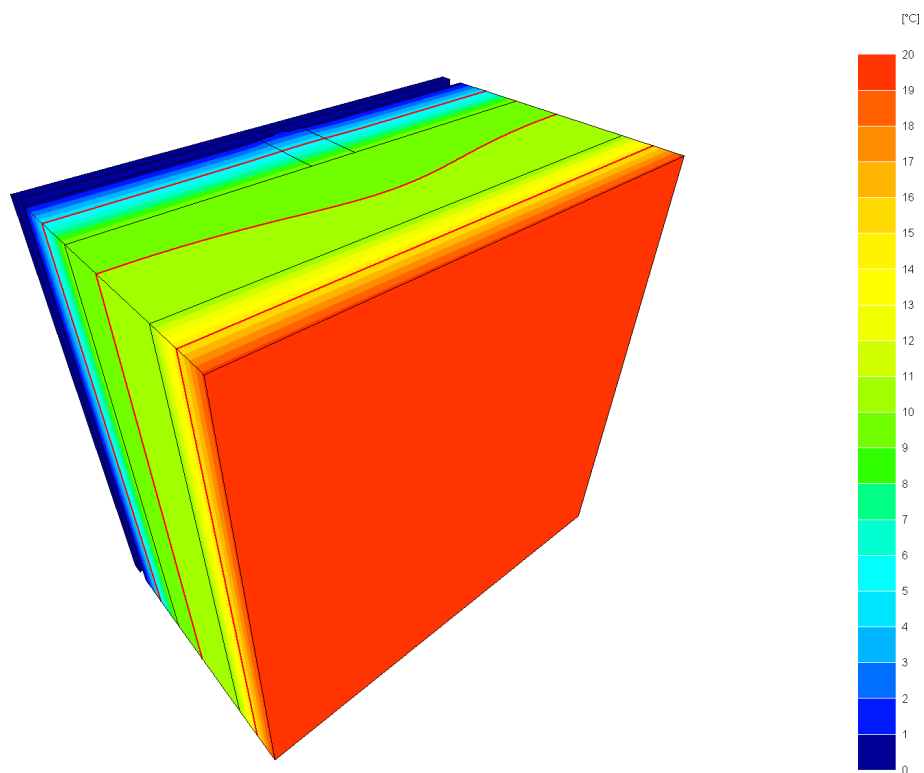


Figure 19 Cas F: isothermes (vue de l'intérieur).

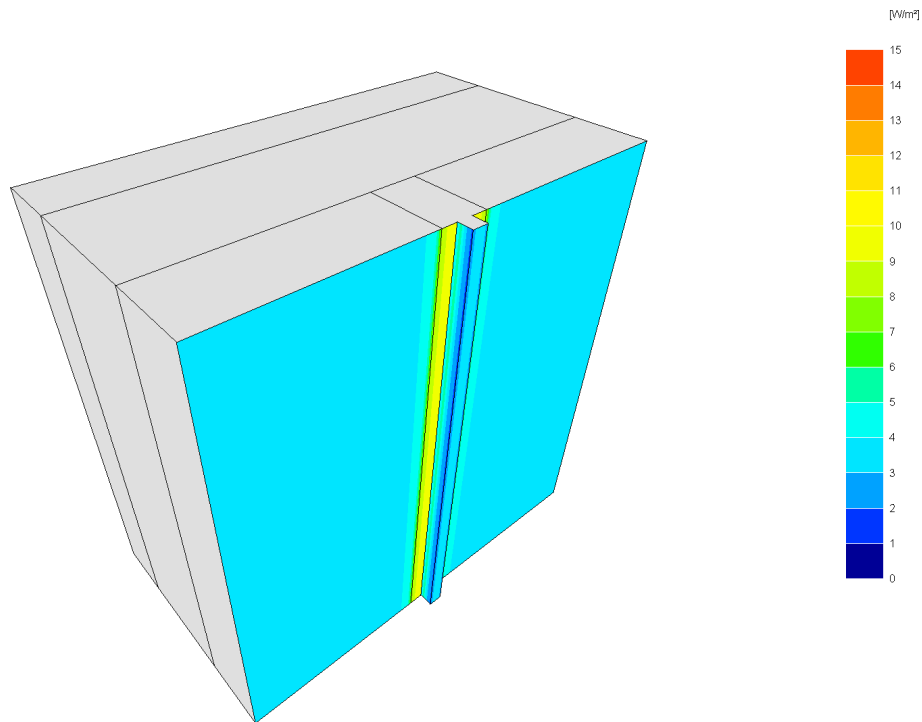


Figure 20 Cas F: densités de flux de chaleur (vue de l'extérieur avec omission du bardage).

CALCUL F									
	n	Q [W]	$\Delta\theta$ [K]	L [W/K]	l [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]	
sans chevrons									
fichier TRISCO casF0.trc	20	1.4107	20.0	0.0705	0.600	0.600	0.360	0.20	
avec chevrons									
fichier TRISCO casF2.trc	17696	1.5578	20.0	0.0779	0.600	0.600	0.360	0.22	0.0123

Table 8

Le chevron fait monter le coefficient de transmission thermique de la paroi de $U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (sans chevron) à $U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ (avec chevron).