

UNE SOLUTION  
COMPLÈTE

ISOPRÉ®  
2.0

# DOSSIER THERMIQUE



## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sommaire</b>  | <b>2</b>  |
| <b>Récapitulatif général des valeurs</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Introduction et hypothèses de calcul</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Nature des matériaux, conductivité thermique et conditions aux limites</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>Performances Thermiques surfaciques</b>   | <b>7</b>  |
| Résistance Thermique du Complexe (R)   | 7         |
| Coefficient de transmission surfacique en partie courante (Uc)                                       | 7         |
| Coefficient de transmission surfacique global (Up)   | 8         |
| <b>Ponts thermiques ponctuels liés aux cylindres</b>   | <b>10</b> |
| <b>Ponts thermiques ponctuels liés aux connecteurs Spurgin</b>                                       | <b>12</b> |
| <b>Ponts thermiques ponctuels liés aux connecteurs Combar</b>  | <b>14</b> |
| <b>Joint verticaux entre deux panneaux</b>   | <b>16</b> |
| <b>Liaison avec un plancher bas sur vide sanitaire</b>   | <b>18</b> |
| <b>Liaison avec un plancher bas – dallage</b>  | <b>20</b> |
| <b>Liaison avec un plancher intermédiaire</b>  | <b>22</b> |
| <b>Liaison avec un plancher haut</b>   | <b>24</b> |
| <b>Liaison avec un plancher haut avec garde-corps</b>  | <b>26</b> |
| <b>Liaison avec un mur de refend</b>   | <b>28</b> |
| <b>Angle de façade sortant</b>   | <b>30</b> |
| <b>Angle de façade rentrant</b>  | <b>32</b> |
| <b>Liaison avec un balcon sans rupteur thermique</b>   | <b>34</b> |
| <b>Liaison avec un balcon avec rupteur thermique</b>   | <b>36</b> |
| <b>Liaison entre paroi et menuiserie – appui de fenêtre (gamme ISOPRE 2.0 logement)</b>              | <b>38</b> |
| <b>Liaison entre paroi et menuiserie – tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)</b>                       | <b>40</b> |
| <b>Liaison entre paroi et menuiserie – linteau tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)</b>               | <b>42</b> |
| <b>Coffres de volet roulant intégrés tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)</b>                         | <b>44</b> |
| <b>Coffres de brise soleil intégrés tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)</b>                          | <b>46</b> |
| <b>Liaison entre paroi et menuiserie – appui de fenêtre tableau (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)</b> | <b>48</b> |
| <b>Liaison entre paroi et menuiserie – tableau (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)</b>                  | <b>48</b> |
| <b>Liaison entre paroi et menuiserie – linteau (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)</b>                  | <b>48</b> |
| <b>Coffres de volet roulant ou BSO (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)</b>                              | <b>49</b> |
| <b>Fiches Techniques des matériaux employés /associés</b>  | <b>50</b> |
| Cylindres  | 50        |
| Connecteur Spurgin   | 51        |
| Combar   | 52        |
| Purenit  | 53        |
| Sto deco   | 54        |
| Illmod trio  | 55        |

## Récapitulatif général des valeurs

### Performances thermiques surfaciques

| Isopré®   | Peau extérieure   |                   | Isolant TH 32<br>Polystyrène graphité |                   | Noyau        |                   | Peau intérieure |                   | Résistance<br>Thermique du<br>complexe | Résistance<br>superficielle | Coefficient de<br>transmission<br>surfaccique en<br>partie courante | Coefficient de<br>transmission<br>surfaccique global<br>des parois<br>courantes                |
|-----------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----------------|-------------------|--|-----------------------------|---|--|
|           | Epaisseur<br>(cm) | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K)                          | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K) | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K)    | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K)                           | R<br>(m².K / W)             | R<br>(m².K / W)   | Uc<br>(W/m².K)   |
| <b>27</b> | 6                 | 2                 | <b>8</b>                              | 0,032             | 7            | 2                 | 6               | 2                 | 2,60                                   | 0,17                        | 0,36  | <b>0,37</b>  |
| <b>32</b> | 6                 | 2                 | <b>10</b>                             | 0,032             | 10           | 2                 | 6               | 2                 | 3,24                                   | 0,17                        | 0,29  | <b>0,30</b>  |
| <b>36</b> | 6                 | 2                 | <b>10</b>                             | 0,032             | 14           | 2                 | 6               | 2                 | 3,26                                   | 0,17                        | 0,29  | <b>0,30</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>12</b>                             | 0,032             | 12           | 2                 | 6               | 2                 | 3,87                                   | 0,17                        | 0,25  | <b>0,25</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>14</b>                             | 0,032             | 10           | 2                 | 6               | 2                 | 4,49                                   | 0,17                        | 0,21  | <b>0,22</b>  |
| <b>40</b> | 6                 | 2                 | <b>10</b>                             | 0,032             | 18           | 2                 | 6               | 2                 | 3,28                                   | 0,17                        | 0,29  | <b>0,29</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>12</b>                             | 0,032             | 16           | 2                 | 6               | 2                 | 3,89                                   | 0,17                        | 0,25  | <b>0,25</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>14</b>                             | 0,032             | 14           | 2                 | 6               | 2                 | 4,51                                   | 0,17                        | 0,21  | <b>0,22</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>16</b>                             | 0,032             | 12           | 2                 | 6               | 2                 | 5,12                                   | 0,17                        | 0,19  | <b>0,19</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,032             | 10           | 2                 | 6               | 2                 | 5,74                                   | 0,17                        | 0,17  | <b>0,17</b>  |
| <b>42</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,032             | 12           | 2                 | 6               | 2                 | 5,75                                   | 0,17                        | 0,17  | <b>0,17</b>  |
| <b>45</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,032             | 15           | 2                 | 6               | 2                 | 5,76                                   | 0,17                        | 0,17  | <b>0,17</b>  |
| <b>50</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,032             | 20           | 2                 | 6               | 2                 | 5,79                                   | 0,17                        | 0,17  | <b>0,17</b>  |
|           |                   |                   |                                       |                   |              |                   |                 |                   |  |                             |   |  |
| Isopré®   | Peau extérieure   |                   | Isolant TH 22<br>Polyuréthane         |                   | Noyau        |                   | Peau intérieure |                   | Résistance<br>Thermique du<br>complexe | Résistance<br>superficielle | Coefficient de<br>transmission<br>surfaccique en<br>partie courante | Coefficient de<br>transmission<br>surfaccique global<br>des parois<br>courantes <sup>(*)</sup> |
|           | Epaisseur<br>(cm) | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K)                          | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K) | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K)    | Epaisseur<br>(cm) | λ<br>(W/m.K)                           | R<br>(m².K / W)             | R<br>(m².K / W)   | Uc<br>(W/m².K)   |
| <b>27</b> | 6                 | 2                 | <b>8</b>                              | 0,022             | 7            | 2                 | 6               | 2                 | 3,73                                   | 0,17                        | 0,26  | <b>0,26</b>  |
| <b>32</b> | 6                 | 2                 | <b>10</b>                             | 0,022             | 10           | 2                 | 6               | 2                 | 4,66                                   | 0,17                        | 0,21  | <b>0,21</b>  |
| <b>36</b> | 6                 | 2                 | <b>10</b>                             | 0,022             | 14           | 2                 | 6               | 2                 | 4,68                                   | 0,17                        | 0,21  | <b>0,21</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>12</b>                             | 0,022             | 12           | 2                 | 6               | 2                 | 5,57                                   | 0,17                        | 0,17  | <b>0,18</b>  |
|           | 6                 | 2                 | <b>14</b>                             | 0,022             | 10           | 2                 | 6               | 2                 | 6,47                                   | 0,17                        | 0,15  | <b>0,15</b>  |
| <b>40</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,022             | 10           | 2                 | 6               | 2                 | 8,29                                   | 0,17                        | 0,12  | <b>0,12</b>  |
| <b>42</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,022             | 12           | 2                 | 6               | 2                 | 8,30                                   | 0,17                        | 0,12  | <b>0,12</b>  |
| <b>45</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,022             | 15           | 2                 | 6               | 2                 | 8,32                                   | 0,17                        | 0,12  | <b>0,12</b>  |
| <b>50</b> | 6                 | 2                 | <b>18</b>                             | 0,022             | 20           | 2                 | 6               | 2                 | 8,34                                   | 0,17                        | 0,12  | <b>0,12</b>  |

**Ponts thermiques** ponctuels, linéiques et performance au droit des coffres de volets roulants et BSO.

| <b>Récapitulatif général des valeurs obtenues</b>                     |                                     |                                     |                     |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| <b>Ponts thermiques ponctuels et linéiques / Valeurs de Uc</b>        | <b>Isopré 2.0<br/>Isolant TH 32</b> | <b>Isopré 2.0<br/>Isolant TH 23</b> | <b>Unité</b>        |
| Ponts thermiques ponctuels liés aux cylindres                         | 0,01                                |                                     | W / K               |
| Ponts thermiques ponctuels liés aux connecteurs Spurgin               | 0,0004                              |                                     | W / K               |
| Ponts thermiques ponctuels liés aux connecteurs Combar                | 0,0004                              |                                     | W / K               |
| Joints verticaux entre deux panneaux                                  | 0,001                               |                                     | W / m.K             |
| Liaison avec un plancher bas sur vide sanitaire                       | 0,45                                |                                     | W / m.K             |
| Liaison avec un plancher bas – dallage                                | 0,23                                |                                     | W / m.K             |
| Liaison avec un plancher intermédiaire                                | 0,035                               | 0,026                               | W / m.K             |
| Liaison avec un plancher haut   | 0,18                                | 0,16                                | W / m.K             |
| Liaison avec un plancher haut et garde corps                          | 0,22                                | 0,21                                | W / m.K             |
| Liaison avec mur de refend  | 0,03                                | 0,02                                | W / m.K             |
| Angle de façade sortant   | 0,07                                | 0,06                                | W / m.K             |
| Angle de façade rentrant  | 0,03                                |                                     | W / m.K             |
| Liaison avec un balcon sans rupteur thermique                         | 0,84                                | 0,85                                | W / m.K             |
| Liaison avec un balcon avec rupteur thermique                         | 0,28                                |                                     | W / m.K             |
| Liaison entre paroi et menuiserie – appui de fenêtre (gamme logement) | 0,09                                | 0,10                                | W / m.K             |
| Liaison entre paroi et menuiserie – tableau (gamme logement)          | 0,06                                | 0,07                                | W / m.K             |
| Liaison entre paroi et menuiserie – linteau (gamme logement)          | 0,06                                | 0,07                                | W / m.K             |
| Coffres de volet roulant intégrés (gamme logement)                    | 0,39                                |                                     | W/m <sup>2</sup> .K |
| Coffres de brise soleil intégrés (gamme logement)                     | 0,32                                |                                     | W/m <sup>2</sup> .K |
| Liaison entre paroi et menuiserie – appui de fenêtre (hors logement)  | 0,12                                |                                     | W / m.K             |
| Liaison entre paroi et menuiserie – tableau (hors logement)           | 0,11                                |                                     | W / m.K             |
| Liaison entre paroi et menuiserie – linteau (hors logement)           | 0,11                                |                                     | W / m.K             |
| Coffres de volet roulant / BSO (hors logement)                        | 1,00                                |                                     | W/m <sup>2</sup> .K |

## Introduction et hypothèses de calcul

Ce document a pour but de fournir aux concepteurs (Architecte, Maître d'œuvre, Bureau d'Etude Thermique...) l'ensemble des performances thermiques des gammes ISOPRE® 2.0.

L'ensemble des cas couramment rencontrés sur chantier sont ainsi traités.

L'ensemble des calculs qui suivent ont été réalisés à l'aide du logiciel TRISCO, version 13.0w, conformément à la NF EN ISO 10 211.

Pour l'ensemble des ponts thermiques calculés dans ce document, nous avons retenu l'épaisseur d'isolant la plus forte, soit 18 cm, et fait varier sa nature (polystyrène graphité, et polyuréthane), afin de fournir, sur les projets où une enveloppe performante est requise, des valeurs de ponts thermiques affinées, en comparaison aux valeurs par défaut des règles Th-U.

Sur demande, Spurgin peut effectuer un calcul particulier de pont thermique spécifique à l'ISOPRE 2.0, qui ne serait pas traité dans le présent document.

## Nature des matériaux, conductivité thermique et conditions aux limites

Les principaux matériaux et conditions aux limites utilisés dans les modèles thermiques sont définis ci-dessous.

Certains cas particuliers nécessitent la prise en compte de matériaux complémentaires, qui sont alors définis séparément (ex : cavités non ventilées,...)

Les valeurs de conductivité thermiques définies ci-dessous sont soit tirées des règles Th-U 2/5, soit des fiches techniques des fournisseurs (voir paragraphe « Fiches Techniques des matériaux décrits – associés »).

| Couleurs   |          |           |                             |      |                     |                      |                  |                |  |
|------------|----------|-----------|-----------------------------|------|---------------------|----------------------|------------------|----------------|--|
| Coul.      | Type     | Règle CEN | Nom                         | Pat. | $\lambda$<br>[W/mK] | $\varepsilon$<br>[-] | $\theta$<br>[°C] | $h$<br>[W/m²K] |  |
| 0          | MATERIAL |           | Adiabatique                 |      | 0.000               |                      |                  |                |  |
| 1          | MATERIAL |           | Béton de peau               |      | 2.000               |                      |                  |                |  |
| 2          | MATERIAL |           | Béton de noyau              |      | 2.000               |                      |                  |                |  |
| 3          | MATERIAL |           | Isolant PSE graphité        |      | 0.032               |                      |                  |                |  |
| 5          | MATERIAL |           | Isolant PU                  |      | 0.023               |                      |                  |                |  |
| 6          | MATERIAL |           | Isolant laine de roche      |      | 0.040               |                      |                  |                |  |
| 7          | MATERIAL |           | Purenit                     |      | 0.080               |                      |                  |                |  |
| 10         | MATERIAL |           | Sto profil                  |      | 0.180               |                      |                  |                |  |
| 14         | MATERIAL |           | Isolant Acrotère            |      | 0.023               |                      |                  |                |  |
| 19         | MATERIAL |           | Isolant Toiture Terrasse    |      | 0.023               |                      |                  |                |  |
| 20         | MATERIAL |           | Isolant sous dallage        |      | 0.023               |                      |                  |                |  |
| 22         | MATERIAL |           | Connecteur Spurgin          |      | 0.520               |                      |                  |                |  |
| 24         | MATERIAL |           | Connecteur Combar           |      | 0.500               |                      |                  |                |  |
| 25         | MATERIAL |           | Cylindre                    |      | 0.520               |                      |                  |                |  |
| 27         | MATERIAL |           | Joint Illmod Trio           |      | 0.048               |                      |                  |                |  |
| 28         | MATERIAL |           | Mastic elastique            |      | 1.000               |                      |                  |                |  |
| 29         | MATERIAL |           | Cordon fond de joint        |      | 0.046               |                      |                  |                |  |
| 30         | MATERIAL |           | Joint interieur             |      | 1.800               |                      |                  |                |  |
| 100        | BC_SIMPL | NIHIL     | Amb int. flux hor.          |      |                     |                      | 20.0             | 7.70           |  |
| 101        | BC_SIMPL | NIHIL     | Amb int flux asc.           |      |                     |                      | 20.0             | 10.00          |  |
| 102        | BC_SIMPL | NIHIL     | Rsi, Te (special coffre VR) |      |                     |                      | 0.0              | 7.70           |  |
| 104        | BC_SIMPL | NIHIL     | Amb int flux desc.          |      |                     |                      | 20.0             | 5.90           |  |
| <b>105</b> | BC_SIMPL | NIHIL     | Ambiance extérieure         |      |                     |                      | 0.0              | 25.00          |  |

## Performances Thermiques surfaciques

Les ISOPRE® 2.0 sont constitués de plusieurs couches successives de matériaux :

- Une paroi extérieure de 6 cm en béton,  $\lambda = 2,00 \text{ W/m.K}$
- Une couche d'isolant d'épaisseur variable (8 à 18 cm) et de nature variable :
  - o en polystyrène expansé graphité,  $\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$
  - o en polyuréthane,  $\lambda = 0,023 \text{ W/m.K}$
- Un noyau en béton coulé en place sur chantier, d'épaisseur variable (8 à 26 cm),  $\lambda = 2,00 \text{ W/m.K}$
- Une paroi intérieure de 6 cm en béton,  $\lambda = 2,00 \text{ W/m.K}$

Ces différentes couches sont traversées par les éléments de liaison (connecteurs et cylindres), qui assurent la tenue de la paroi béton extérieure, au travers de l'isolant.

Les valeurs des ponts thermiques ponctuels induits par la présence de ces éléments sont détaillées dans les chapitres ci-après. L'évaluation de leur influence sur la performance finale de la paroi est donnée par le tableau présenté ci-après.

### Résistance Thermique du Complexe (R)

Le calcul est effectué suivant les Règles Th-U 4/5 - formules 1 et 2

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \quad R = \sum R_i$$

Exemple de calcul pour un ISOPRE de 40 cm avec 18 cm de TH32 :

$$R = \frac{0,06}{2} + \frac{0,18}{0,032} + \frac{0,10}{2} + \frac{0,06}{2} = 5,735 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

### Coefficient de transmission surfacique en partie courante (Uc)

Pour les parois verticales, on prend en compte les résistances superficielles suivantes :

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K} / \text{W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K} / \text{W}$$

$$\text{Soit } R_{si} + R_{se} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K} / \text{W}$$

Exemple de calcul pour un ISOPRE® de 40 cm avec 18 cm de TH32 :

$$U_c = \frac{1}{\frac{0,06}{2,00} + \frac{0,18}{0,032} + \frac{0,10}{2,00} + \frac{0,06}{2,00} + 0,17} = 0,1693 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

Coefficient de transmission surfacique global (Up)

$$U_p = U_c + \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 \quad (\text{formule 13 des règles Th-U 4/5})$$

Avec :  $\Delta U_2 = \Delta U_3 = 0$  dans le cadre de l'ISOPRE®

Et :  $\Delta U_1 = \frac{\sum \Psi_i L_i + \sum \chi_i}{A}$  (formule 15 des règles Th-U 4/5)

Avec :  $\sum \Psi_i L_i = 0$  : pas de pont thermique linéaire intégré à la paroi d'Isopre®

$$\sum \chi_i = N_{\text{connecteurs}} \times \chi_{\text{connecteurs}} + N_{\text{cylindres}} \times \chi_{\text{cylindres}}$$

On a donc :  $U_p = U_c + n_{b,\text{connecteurs}} \times \chi_{\text{connecteur}} + n_{b,\text{cylindres}} \times \chi_{\text{cylindre}}$

Avec, par défaut :

$N_{\text{connecteurs}} = 4 / \text{m}^2$  : trame des connecteurs 40 x 60 cm

$\chi_{\text{connecteurs}} = 4.10^{-4} \text{ W/m.K}$  : suivant étude sous Trisco

$\chi_{\text{connecteurs}} = 0,2 / \text{m}^2$  : Moyenne de 2 cylindres par mur de 10 m<sup>2</sup>

$\chi_{\text{cylindres}} = 0,01 \text{ W/m.K}$  : suivant étude sous Trisco

Le  $U_p$  réel de chaque panneau est donc variable, suivant ses dimensions, le type et la trame des connecteurs, et le nombre de cylindres.

Cependant, l'influence de la présence de ces éléments de liaison traversant l'isolant est limitée, comme le montre le tableau qui suit.

Les valeurs de  $U_p$  données par défaut, sur la base de 4 connecteurs / m<sup>2</sup> et 0,2 cylindres / m<sup>2</sup> sont donc représentatives.

Exemple de calcul pour un ISOPRE® de 40 cm avec 18 cm de TH32 :

$$U_p = 0,1693 + 4 \times 0,0004 + 0,2 \times 0,01 = 0,173 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

Sur la base des valeurs de ponts thermiques ponctuels définis dans les chapitres ci-après, on évalue, pour plusieurs cas courants, le coefficient de transmission surfacique global de la paroi,  $U_p$  :

$$U_p = U_c + n_{b,connecteurs} \times \chi_{connecteur} + n_{b,cylindres} \times \chi_{cylindre}$$

|                  |              |             |                           |                   |                  |                               |
|------------------|--------------|-------------|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|
| $c_{connecteur}$ | 0,0004       | W/K         |                           |                   |                  |                               |
| $c_{cylindre}$   | 0,01         | W/K         |                           |                   |                  |                               |
|                  |              |             |                           |                   |                  |                               |
|                  |              |             |                           |                   |                  |                               |
| $U_c$            | Longueur (m) | Hauteur (m) | Surface (m <sup>2</sup> ) | Nbre connect. (u) | Nbre cylind. (u) | $U_p$ (W / m <sup>2</sup> .K) |
| 0,169            | 3            | 2,5         | 7,5                       | 30                | 2                | 0,174                         |
| 0,169            | 4            | 2,5         | 10                        | 40                | 2                | 0,173                         |
| 0,169            | 5            | 2,5         | 12,5                      | 50                | 2                | 0,173                         |
| 0,169            | 6            | 2,5         | 15                        | 60                | 2                | 0,172                         |
| 0,169            | 7            | 2,5         | 17,5                      | 70                | 2                | 0,172                         |
| 0,123            | 3            | 2,5         | 7,5                       | 30                | 2                | 0,128                         |
| 0,123            | 4            | 2,5         | 10                        | 40                | 2                | 0,127                         |
| 0,123            | 5            | 2,5         | 12,5                      | 50                | 2                | 0,127                         |
| 0,123            | 6            | 2,5         | 15                        | 60                | 2                | 0,126                         |
| 0,123            | 7            | 2,5         | 17,5                      | 70                | 2                | 0,126                         |

Le tableau général des performances surfaciques pour l'ensemble de la gamme ISOPRE 2.0, pages ci-avant, intègre donc les déperditions liées à la présence des connecteurs et cylindres.

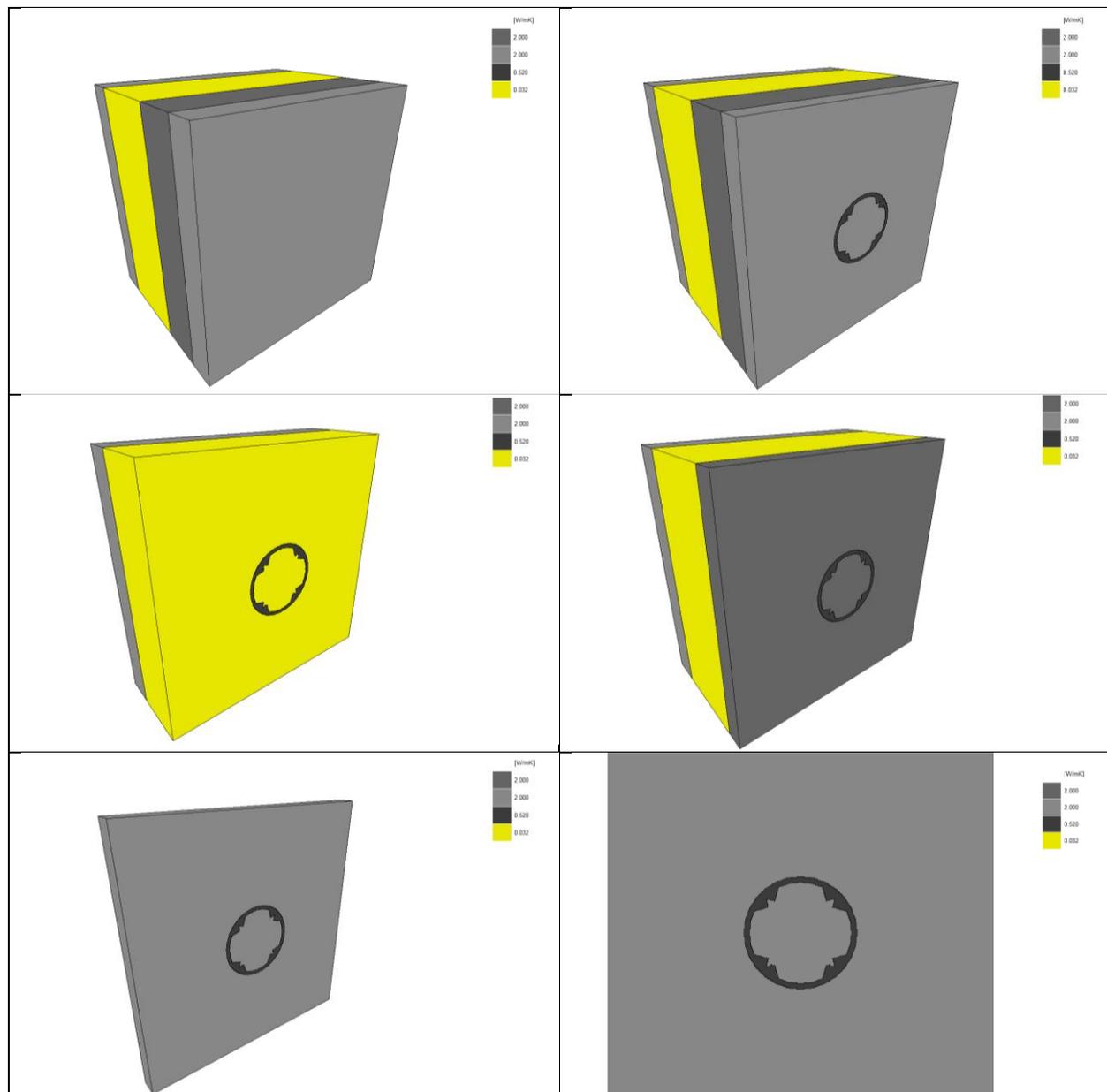
## Ponts thermiques ponctuels liés aux cylindres

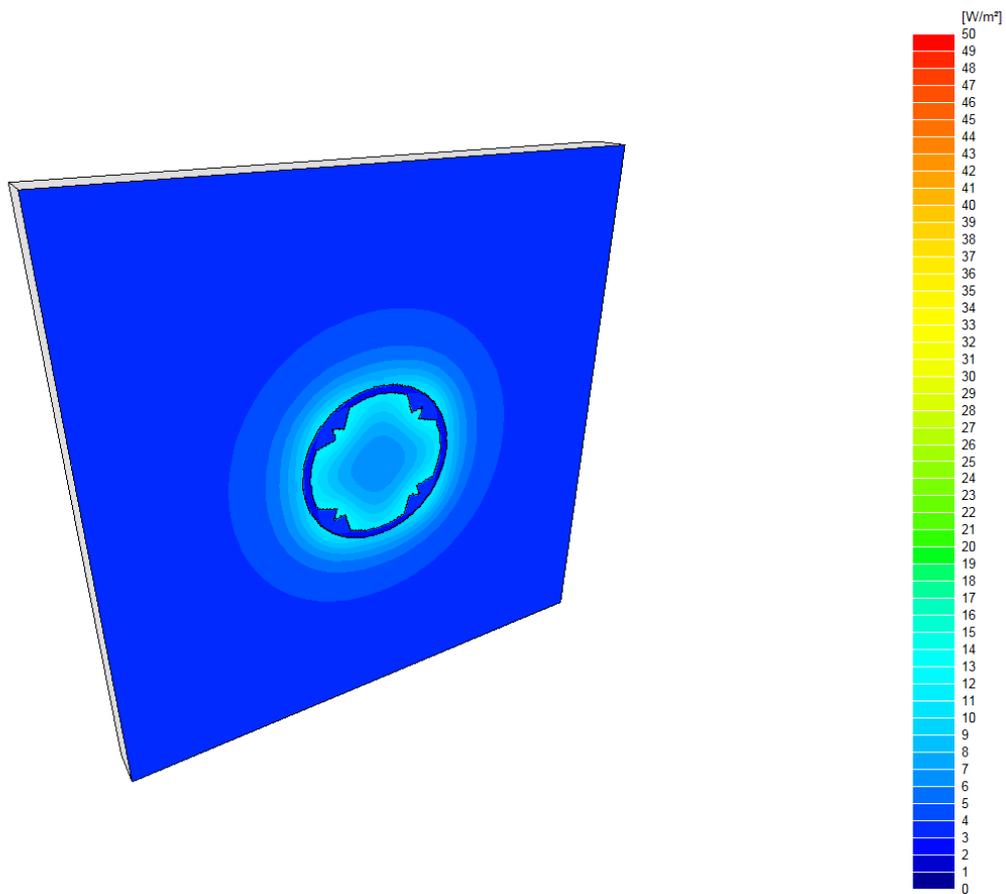
Les cylindres mis en place dans les ISOPRE® 2.0 ont une double fonction : en phase provisoire, ils permettent de manutentionner les panneaux, et en phase définitive, ils supportent le poids propre de la plaque extérieure et le transmettent à la partie structurale.

Ils sont réalisés en matériau composite, et sont enrobés de 15 mm dans les parois béton. Ils traversent donc toutes les couches de matériaux, à l'exception des parois béton préfabriquées qui ne sont que partiellement traversées

Ils sont remplis d'un isolant de même nature et épaisseur que celui qui compose le panneau.

La zone correspondant à l'épaisseur du noyau reste vide. Dans notre modèle thermique, elle est considérée remplie de béton, ce qui facilite la saisie, et reste défavorable thermiquement.





Dimensions du modèle : 100 cm \* 100 cm.

Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 – polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

$$S_1 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1693 \times 0,25 \times 20 = 0,8465 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 1,0479 W

$$\Rightarrow \chi = (1,0479 - 0,8465) / 20 \\ = 0,0101 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 – polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

$$S_1 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1234 \times 0,25 \times 20 = 0,617 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 0,8273 W

$$\Rightarrow \chi = (0,8273 - 0,617) / 20 \\ = 0,0105 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique ponctuel :

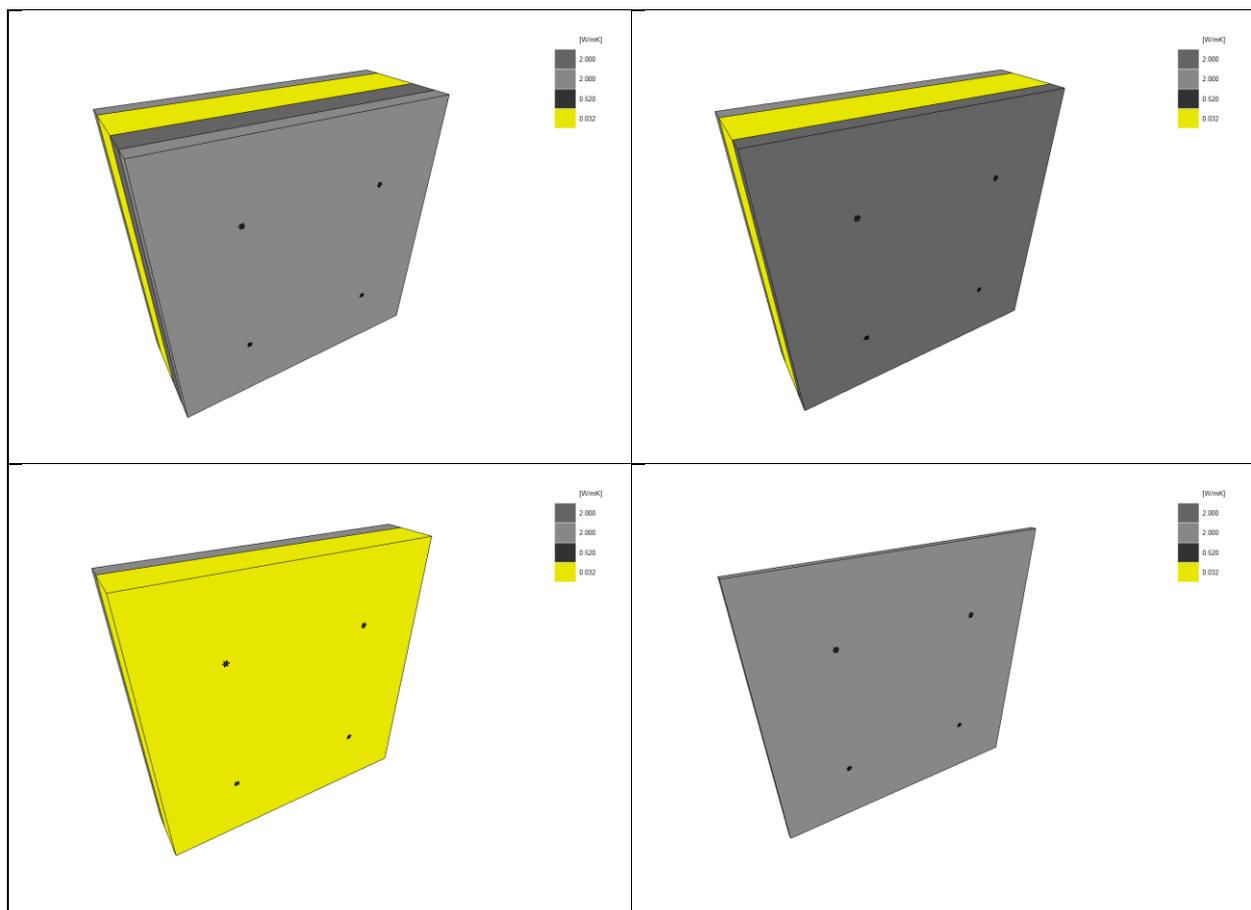
$$\chi = 0,01 \text{ W/ K}$$

## Ponts thermiques ponctuels liés aux connecteurs Spurgin

Les connecteurs Spurgin mis en place dans les ISOPRE 2.0 ont comme fonction principale la reprise des efforts de poussée horizontale lors du bétonnage des ISOPRE sur chantier.

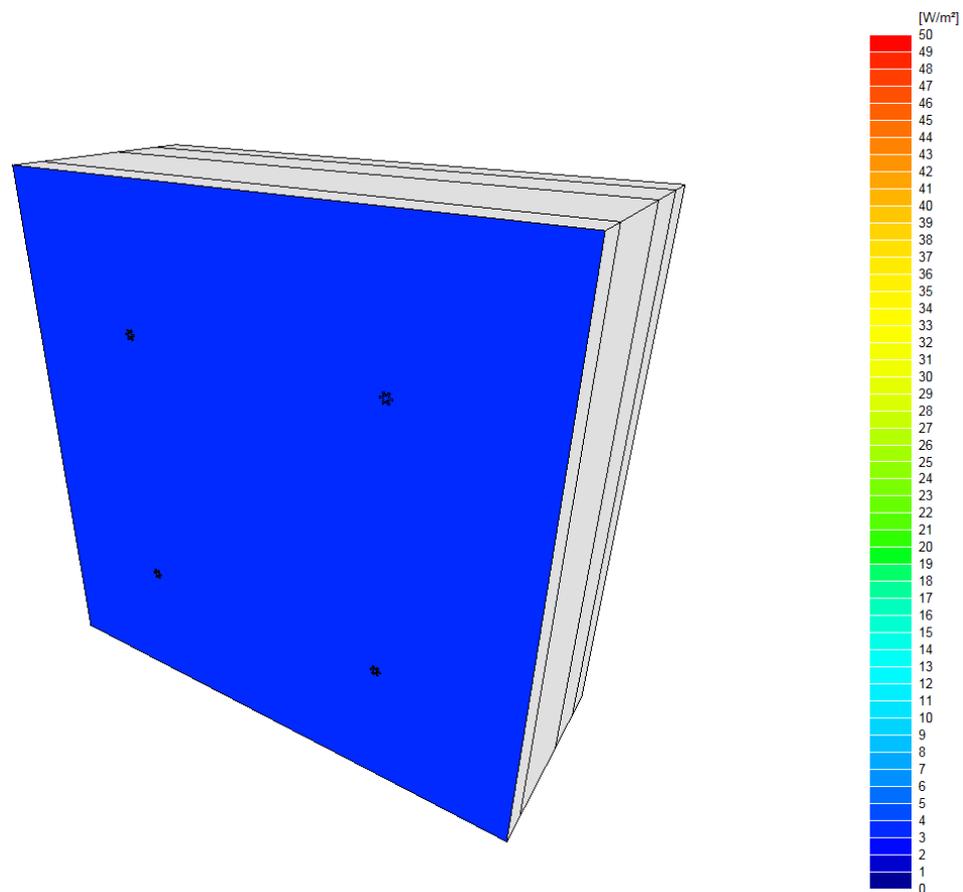
Ils sont réalisés en matériau composite, et traversent l'ensemble des couches de l'ISOPRE® produit de part en part.

Ces éléments de forme complexe sont simplifiés dans notre modèle : on considère que la section courante est constante sur toute l'épaisseur de l'ISOPRE®.



Notre modèle est un ISOPRE de 100 cm x 100 cm, dans lequel 4 connecteurs d'espacement 50 x 50 cm sont implantés. Ceci est représentatif des ISOPRE® effectivement fabriqués en usine.

Dimensions du modèle : 100 cm \* 100 cm.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1693 \times 1,00 \times 20 = 3,386 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 3,4174 W

$$\chi = (3,4174 - 3,386) / (20 \times 4) \\ = 0,0004 \text{ W/ K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1234 \times 1,00 \times 20 = 2,468 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 2,4983 W

$$\Rightarrow \chi = (2,4983 - 2,468) / (20 \times 4) \\ = 0,0004 \text{ W/ K}$$

On considèrera donc un pont thermique ponctuel :

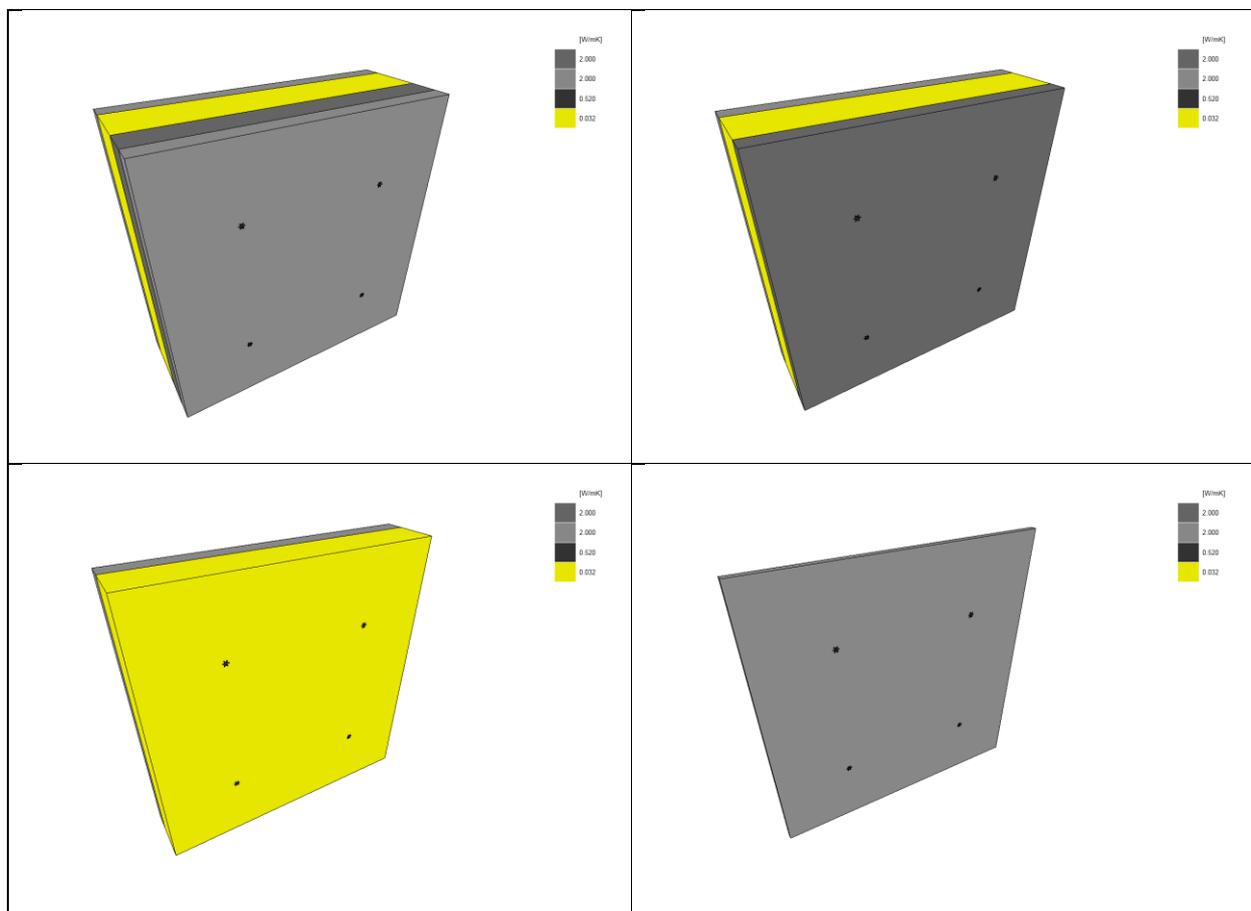
$$\chi = 0,0004 \text{ W/ K}$$

## Ponts thermiques ponctuels liés aux connecteurs Combar

Les connecteurs Combar mis en place dans les ISOPRE® 2.0 ont comme fonction principale la reprise des efforts de poussée horizontale lors du bétonnage des ISOPRE® sur chantier.

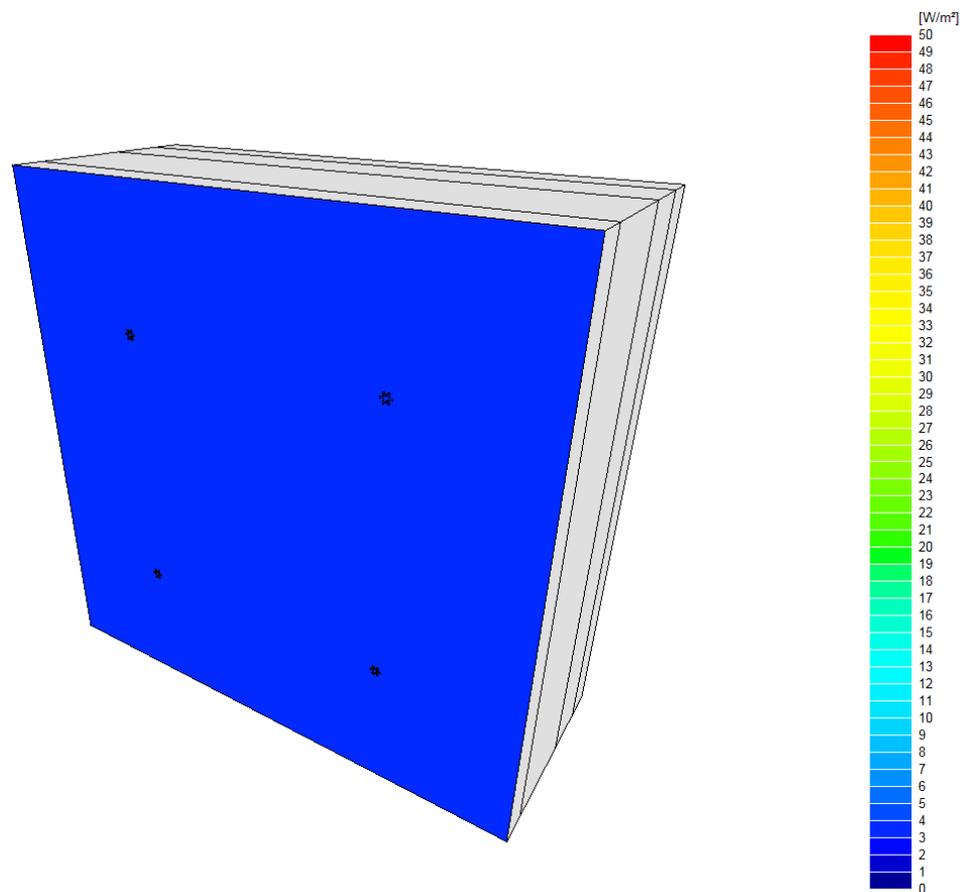
Ils sont réalisés en matériau composite, et traversent l'ensemble des couches de l'ISOPRE® produit de part en part.

Ces éléments de forme complexe sont simplifiés dans notre modèle : on considère que la section courante est constante sur toute l'épaisseur de l'ISOPRE®.



Notre modèle est un ISOPRE de 100 cm x 100 cm, dans lequel 4 connecteurs d'espacement 50 x 50 cm sont implantés. Ceci est représentatif des ISOPRE® effectivement fabriqués en usine.

Dimensions du modèle : 100 cm \* 100 cm.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1693 \times 1,00 \times 20 = 3,386 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 3,414 W

$$\Rightarrow \chi = (3,414 - 3,386) / (20 \times 4) \\ = 0,00035 \text{ W / K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1234 \times 1,00 \times 20 = 2,468 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 2,4954 W

$$\Rightarrow \chi = (2,4954 - 2,468) / (20 \times 4) \\ = 0,00034 \text{ W / K}$$

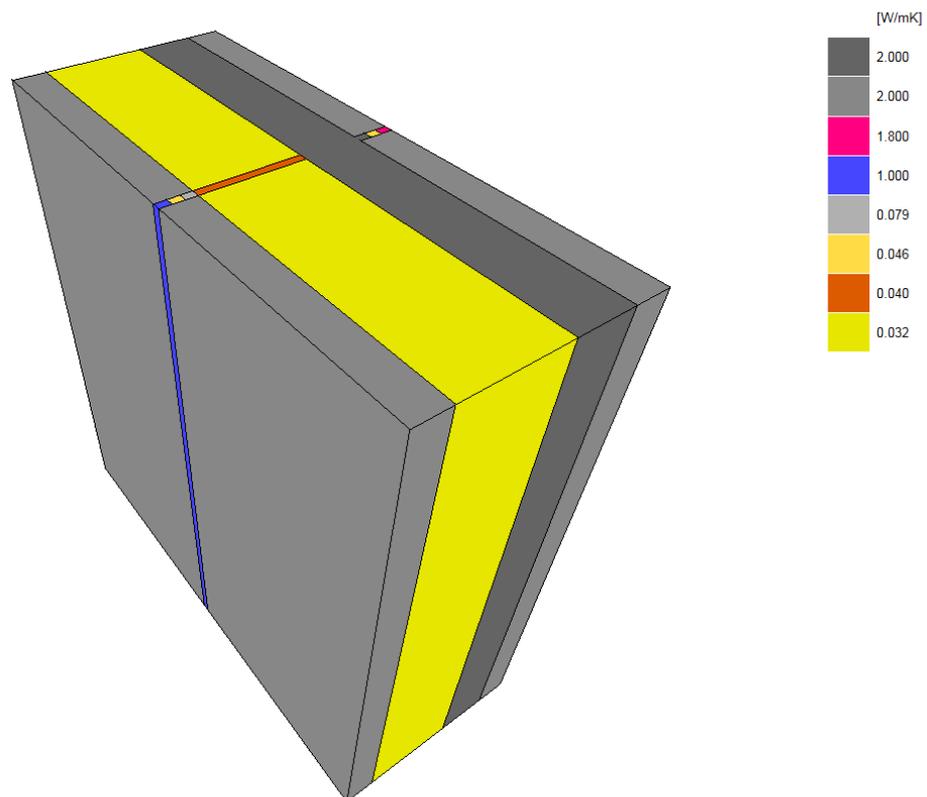
On considèrera donc un pont thermique ponctuel :

$$\chi = 0,0004 \text{ W / K}$$

## Jointes verticales entre deux panneaux

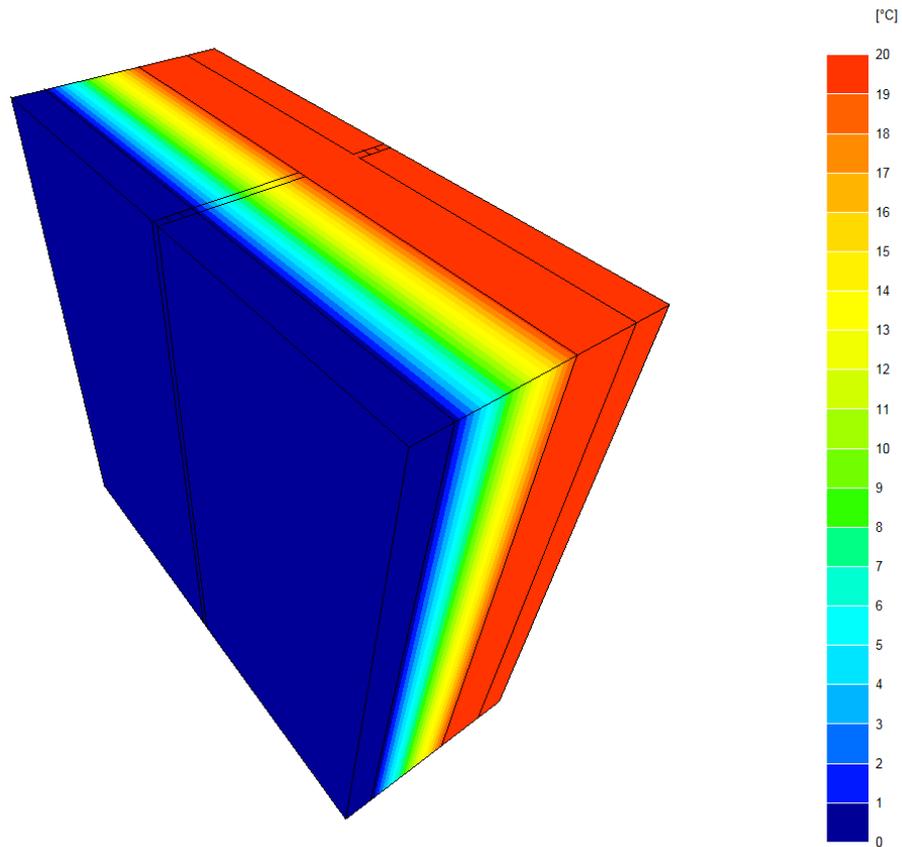
Seuls les ponts thermiques liés à la présence de joints verticaux sont à prendre en compte.

Les ponts thermiques liés à la présence de joints horizontaux sont déjà pris en compte dans les ponts thermiques linéiques des liaisons horizontales (au droit des planchers bas, intermédiaires, et hauts, le cas échéant).



L'épaisseur du joint est composée des couches successives suivantes, de l'extérieur vers l'intérieur :

- un mastic élastique
- un cordon mousse fond de joint
- un espace vide
- une bande de laine de roche d'épaisseur égale à celle de l'isolant
- le noyau coulé en place en béton
- un cordon fond de joint
- un mortier de traitement de joint côté intérieur



Dimensions du modèle : 100 cm \* 100 cm, joint vertical de largeur 1,5 cm.

Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1693 * 1 * 20 = 3,3869 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 3,3985 W

$$\Rightarrow \Psi = (3,3985 - 3,3869) / 20 \\ = 5,8 \cdot 10^{-4} \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T = 0,1234 * 1 * 20 = 2,4673 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 2,4932 W

$$\Rightarrow \Psi = (2,4932 - 2,4673) / 20 \\ = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ W/m.K}$$

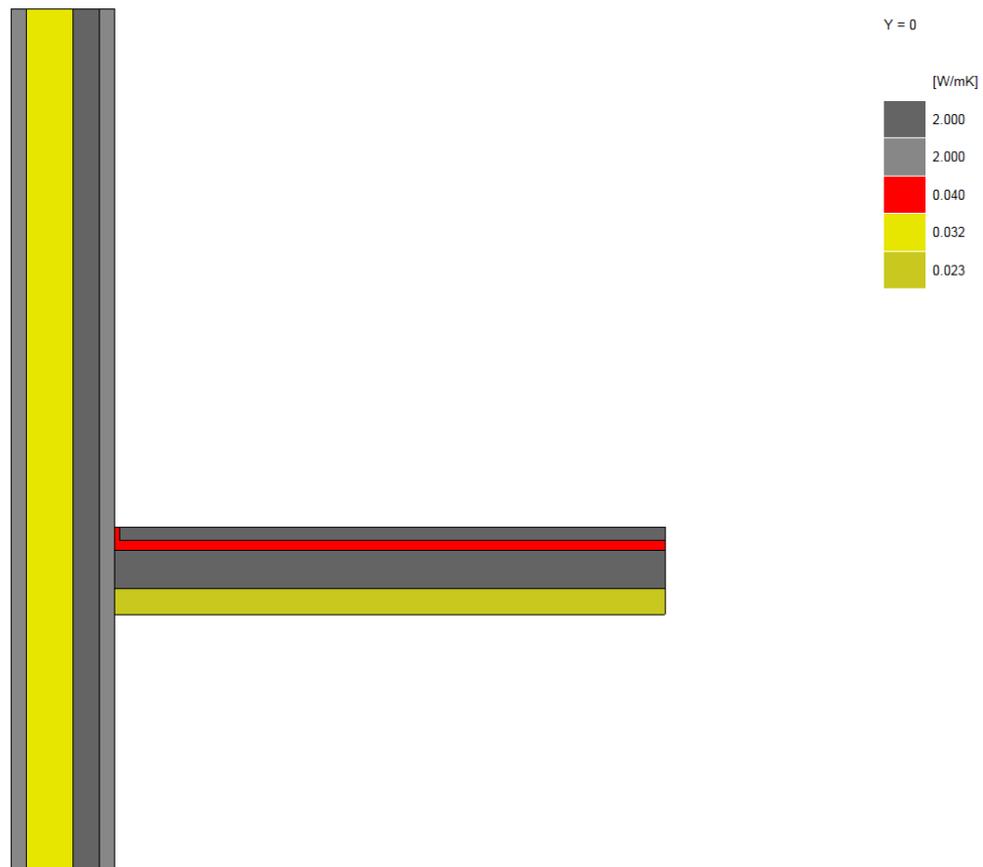
On considèrera donc un pont thermique linéique :

$$\Psi = 0,001 \text{ W/m.K}$$

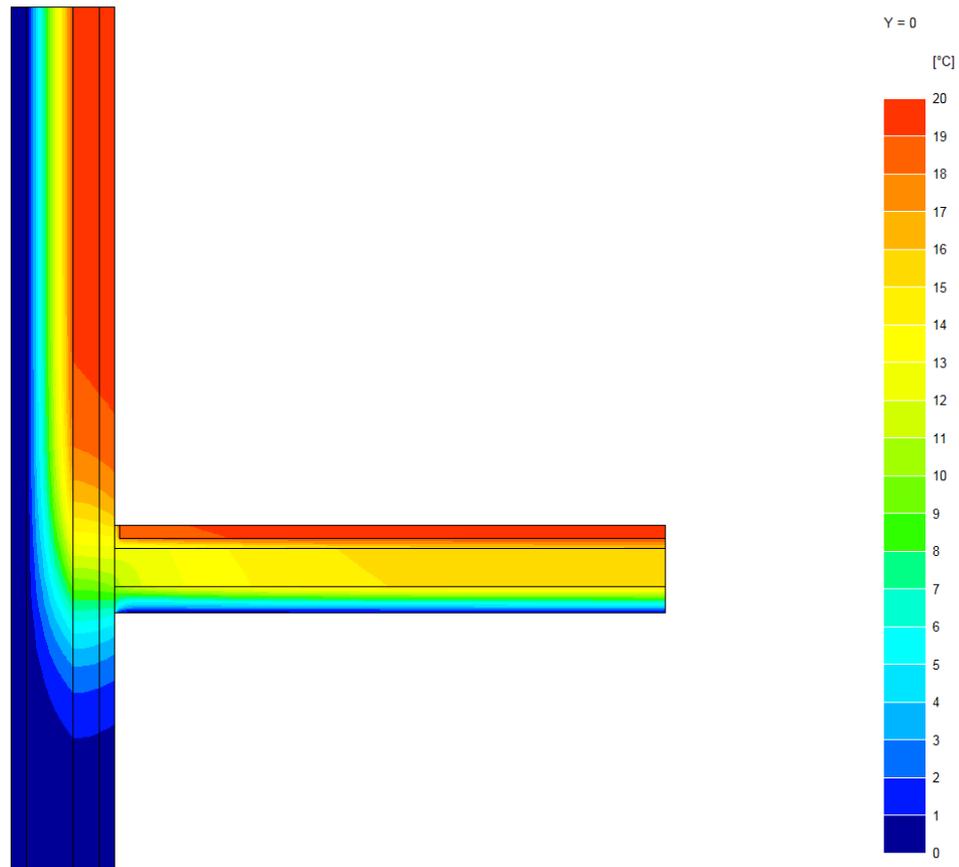
## Liaison avec un plancher bas sur vide sanitaire

On considère un plancher bas en béton plein d'épaisseur 20 cm sur vide sanitaire, isolé en sous-face sur toute sa surface, et sous chape flottante sur isolant.

L'ISOPRE® est filant au droit du plancher.



Le pont thermique est calculé par différence entre le modèle présenté, et un modèle identique, incluant en supplément un bloc adiabatique annulant le pont thermique de jonction dallage – voile.



Valeur du flux thermique obtenu avec le modèle présenté : 23,10 W pour 1 mètre linéaire.

Valeur du flux thermique obtenu avec le modèle incluant le bloc adiabatique masquant l'effet du pont thermique : 14,03 W pour 1 mètre linéaire.

On obtient  $\varphi = (23,10 - 14,03) / 20 = 0,4535 \text{ W / m.K}$

On considère donc un pont thermique linéique de :

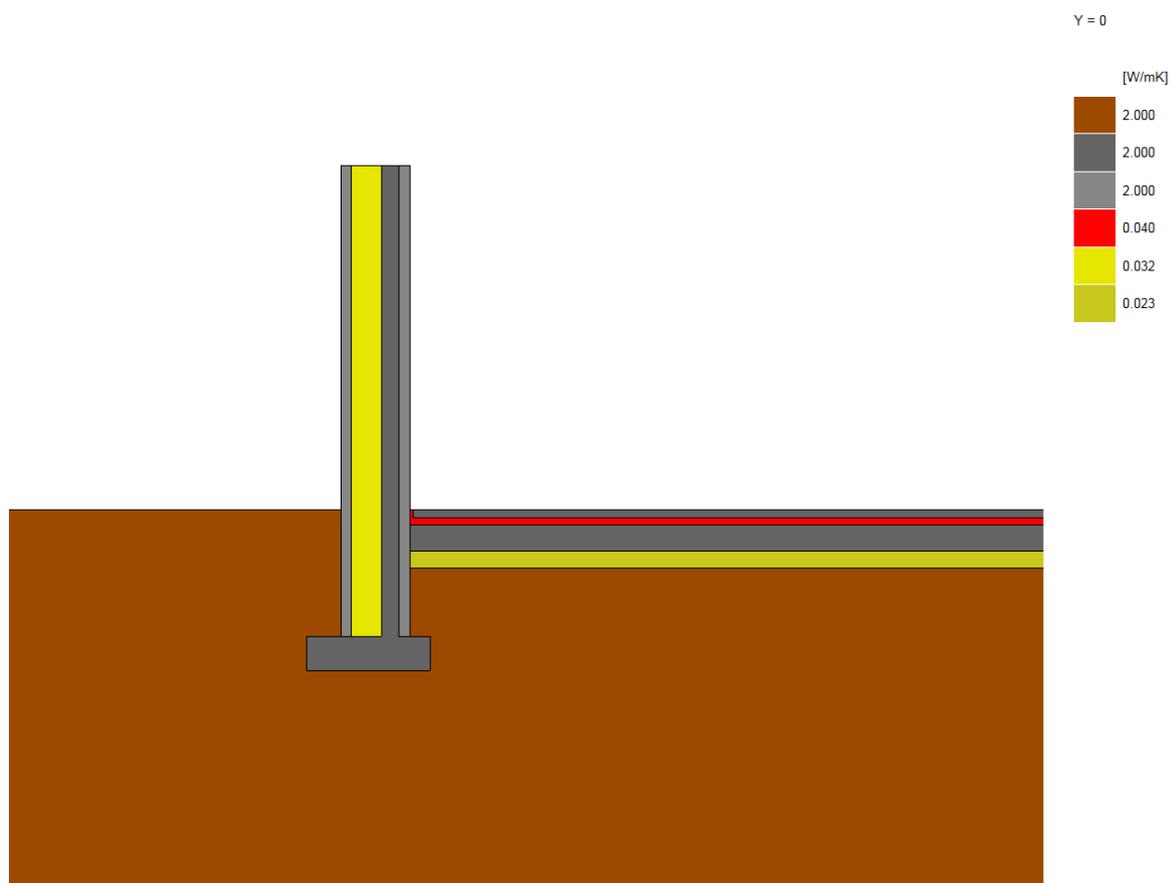
$$\Psi = 0,45 \text{ W/m.K}$$

## Liaison avec un plancher bas – dallage

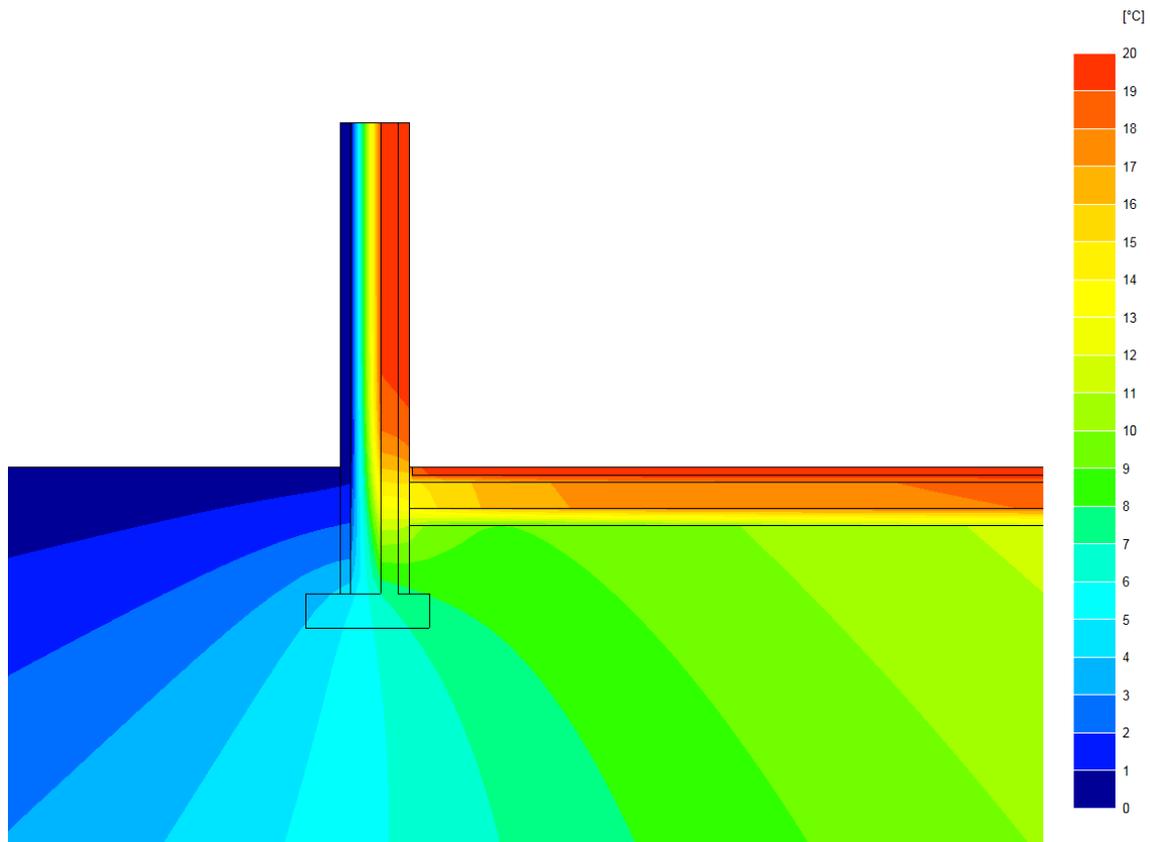
On considère un dallage en béton plein d'épaisseur 15 cm isolé en sous-face sur toute sa surface, et sous chape flottante sur isolant.

L'ISOPRE® est posé sur semelle filante. L'arase supérieure de la fondation se situe à 60 cm sous la surface du sol.

On présente ci-après le modèle tronqué : la longueur du dallage côté droit est en réalité de 20 mètres, celle du sol côté gauche de 25 mètres, et la hauteur sous l'arase inférieure de la semelle de 20 mètres également.



Le pont thermique est calculé par différence entre le modèle présenté, et un modèle identique, avec en supplément un bloc adiabatique annulant le pont thermique de jonction dallage – voile.



Valeur du flux thermique obtenu avec le modèle présenté : 37,59 W pour 1 mètre linéaire.

Valeur du flux thermique obtenu avec le modèle incluant le bloc adiabatique masquant l'effet du pont thermique : 33,04 W pour 1 mètre linéaire.

Par écart, on obtient  $\varphi = (37,59 - 33,04) / 20 = 0,2275 \text{ W / m.K}$

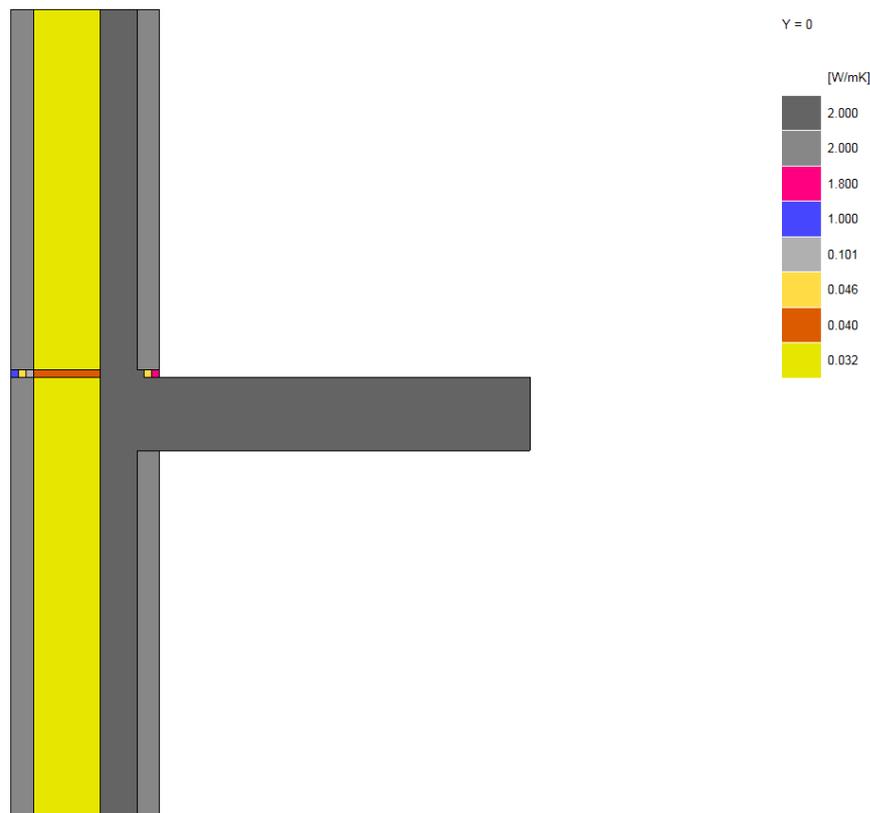
On considère donc un pont thermique linéique de :

$$\Psi = 0,23 \text{ W/m.K}$$

## Liaison avec un plancher intermédiaire

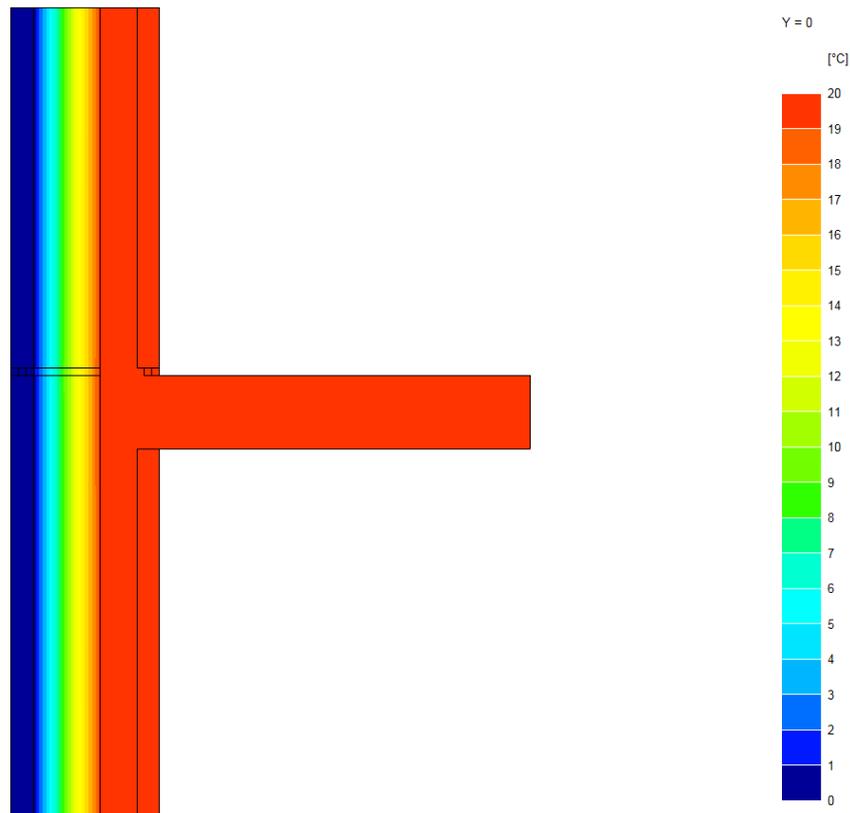
On considère ici un plancher intermédiaire en béton plein d'épaisseur 20 cm.

Le pont thermique linéique lié à la présence du joint horizontal est inclus dans le pont thermique global de la jonction, puisqu'on l'inclue dans le modèle.



Données géométriques du modèle : plancher intermédiaire de 20 cm d'épaisseur, joint d'épaisseur 2 cm, mur inférieure hauteur 100 cm, mur supérieure hauteur 98 cm (déduction de 2 cm dus à la présence du joint horizontal). Largeur du modèle 20 cm.

Pour tenir compte de l'influence du joint horizontal sans calcul supplémentaire, on prend en compte dans les calculs de surfaces déperditives de mur 100 cm en partie basse et 100 cm en partie haute.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1693 * 0,2 * 20 * 2 = 1,3548 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 1,4947 W

$$\Rightarrow \Psi = 5 \times (1,4947 - 1,3548) / 20$$

$$= 0,035 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1234 * 0,2 * 20 * 2 = 0,9872 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 1,0932 W

$$\Rightarrow \Psi = 5 \times (1,0932 - 0,9872) / 20$$

$$= 0,0265 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,035 \text{ W/m.K}$$

**ISOPRE 2.0® - polyuréthane**

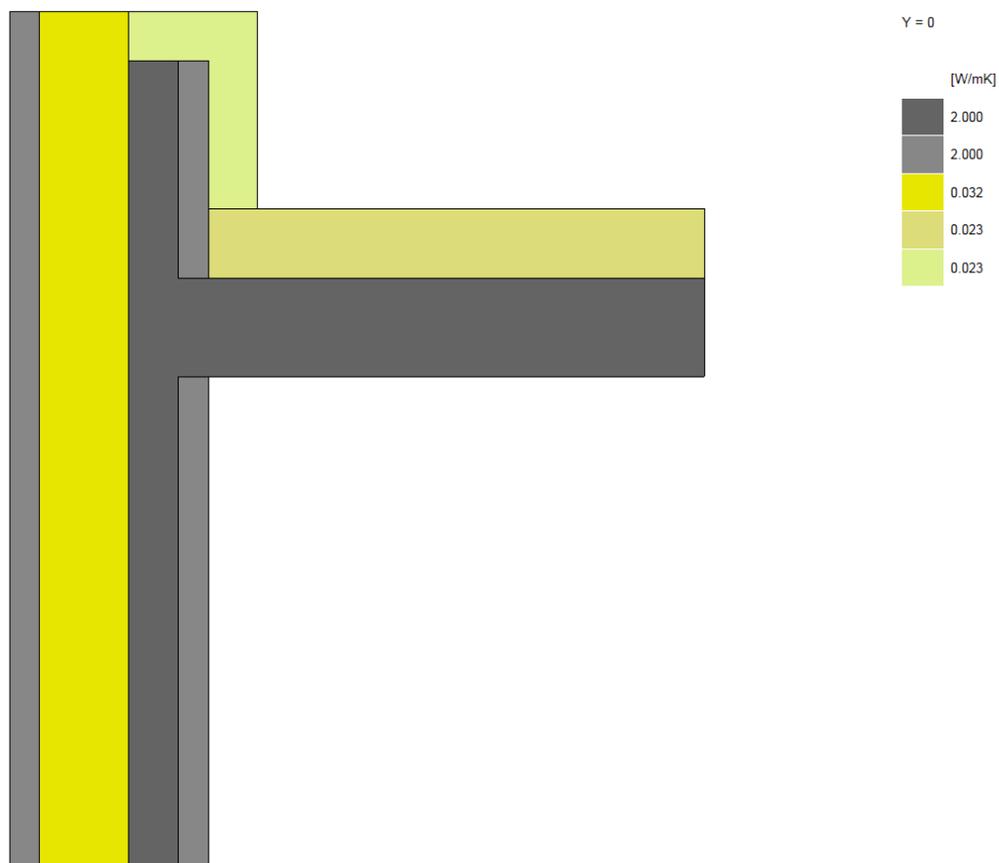
$$\Psi = 0,026 \text{ W/m.K}$$

## Liaison avec un plancher haut

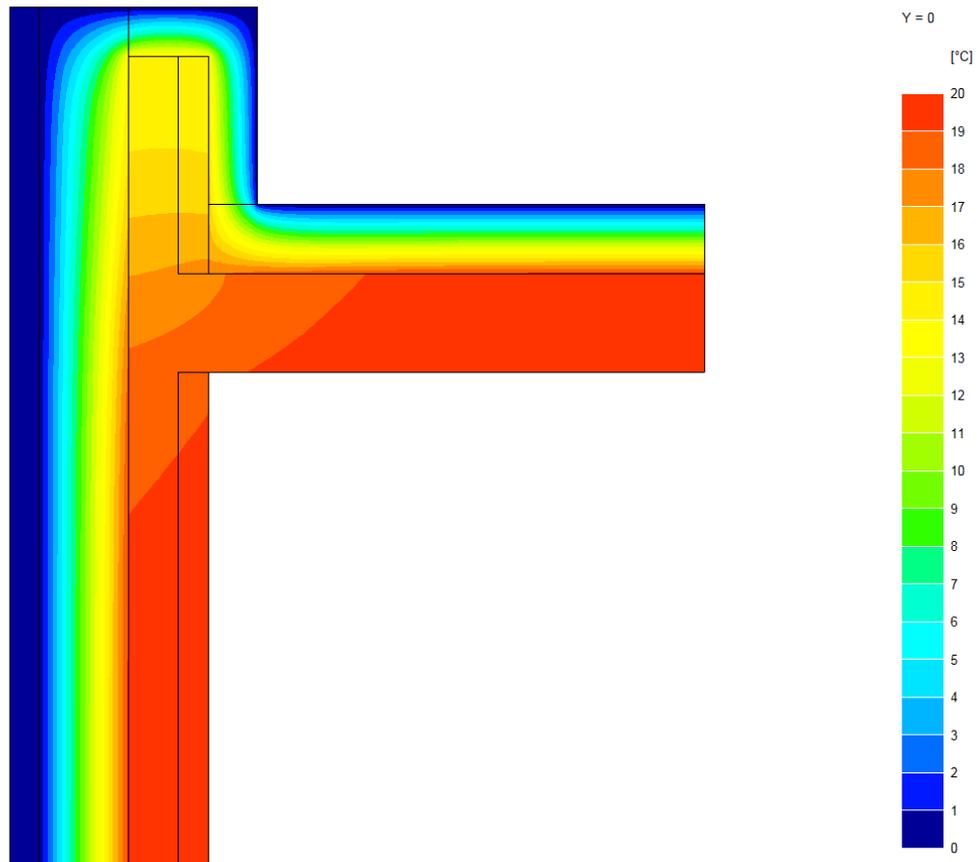
On considère ici un plancher haut en béton plein d'épaisseur 20 cm, isolé par un isolant PU « TMS » d'épaisseur 14 cm.

$$U_p = \frac{1}{\frac{0,20}{2,00} + \frac{0,14}{0,023} + 0,14} = 0,158 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

L'acrotère haut est totalement enveloppé par un isolant PU d'épaisseur 10 cm.



Largeur du modèle : 20 cm. Hauteur de mur sous le plancher : 100 cm. Longueur du plancher haut : 100 cm.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,158 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 1,3092 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 2,0346 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = 5 \times (2,0346 - 1,3092) / 20$$

$$= 0,1813 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 0,2 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 1,1256 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 1,7602 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = 5 \times (1,7602 - 1,1256) / 20$$

$$= 0,1586 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,18 \text{ W/m.K}$$

**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

$$\Psi = 0,16 \text{ W/m.K}$$

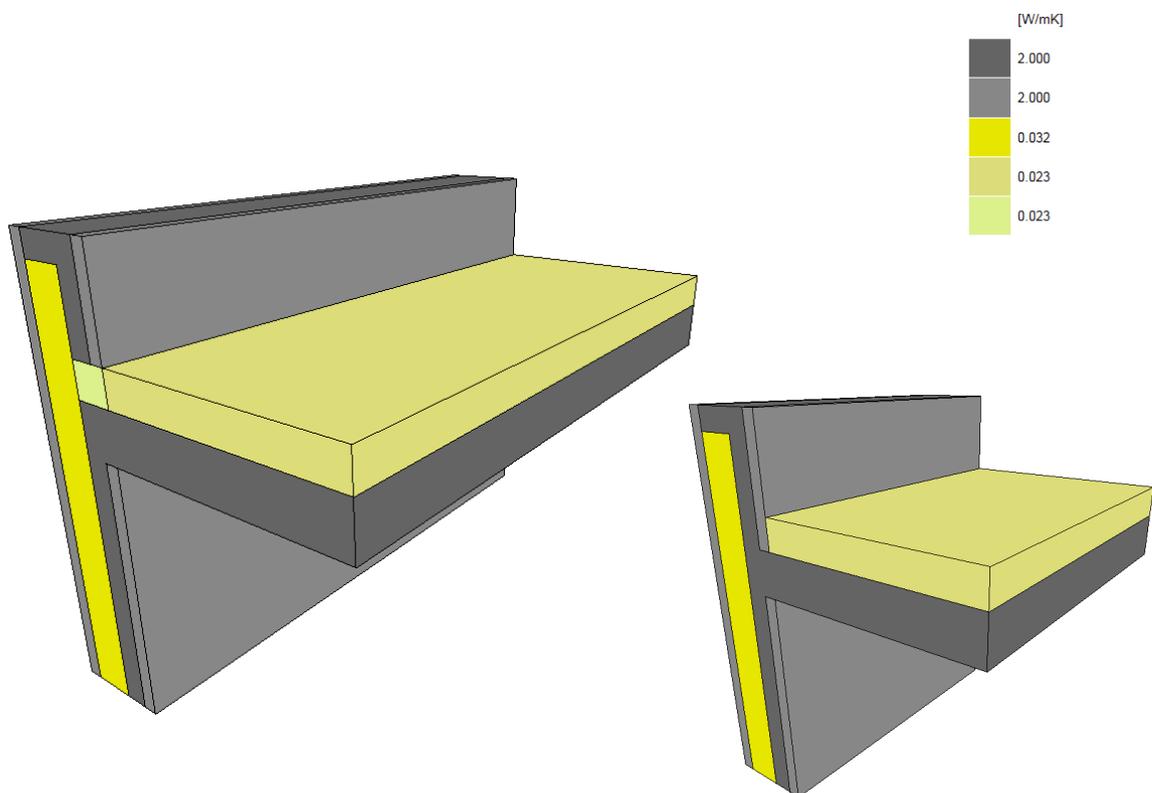
## Liaison avec un plancher haut avec garde-corps

On considère ici un plancher haut en béton plein d'épaisseur 20 cm, isolé par un isolant PU « TMS » d'épaisseur 14 cm.

$$U_p = \frac{1}{\frac{0,20}{2,00} + \frac{0,14}{0,023} + 0,14} = 0,158 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

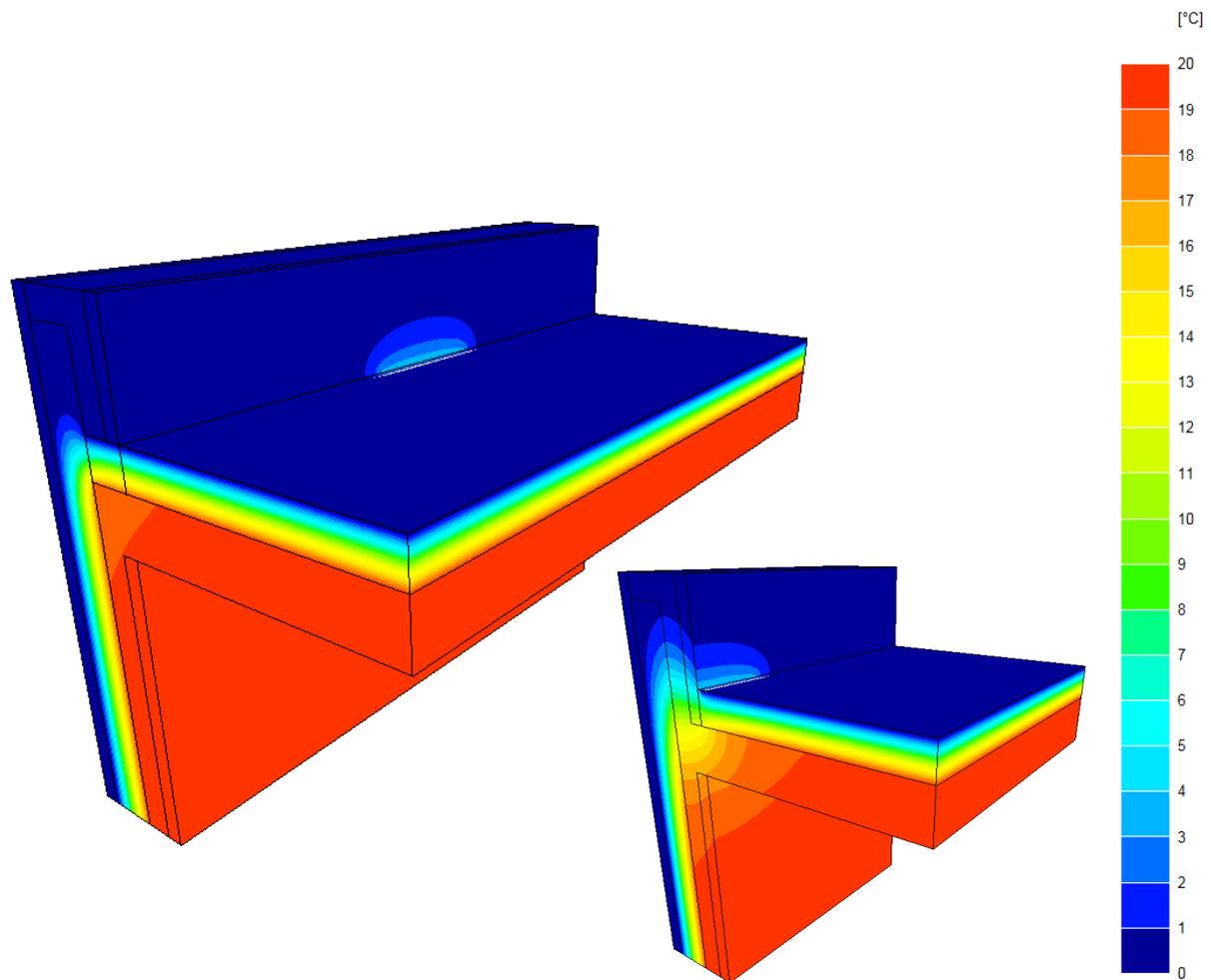
L'acrotère haut est support d'un garde-corps, le plancher haut étant une terrasse accessible.

Le garde-corps est fixé directement dans le béton. L'acrotère n'est donc pas enveloppé. Des blocs d'isolant sont intégrés en usine ou sur chantier au droit du noyau pour couper le pont thermique, et des nervures béton structurales créant des liaisons ponctuelles entre l'acrotère et la partie courante du voile.



Largeur du modèle : 250 cm. Hauteur de mur sous le plancher : 100 cm. Longueur du plancher haut : 100 cm.

Des nervures de largeur 50 cm sont placées avec un entraxe de 250 cm.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,158 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 27,23 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 16,365 W

$$\Rightarrow \Psi = (27,23 - 16,365) / (20 \times 2,5)$$

$$= 0,2173 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 14,07 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 24,44 W

$$\Rightarrow \Psi = (24,44 - 14,07) / (20 \times 2,5)$$

$$= 0,2074 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

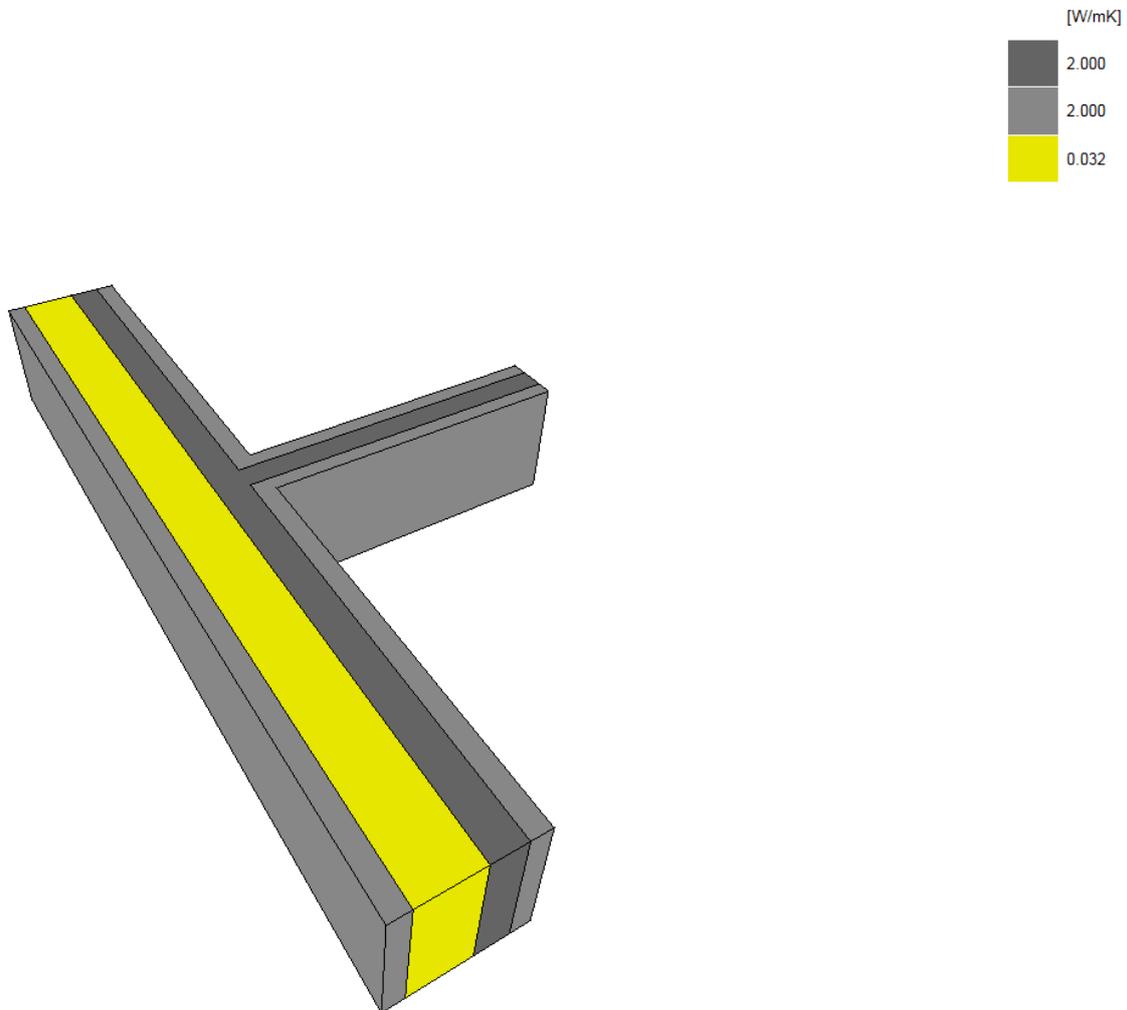
$$\Psi = 0,22 \text{ W/m.K}$$

**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

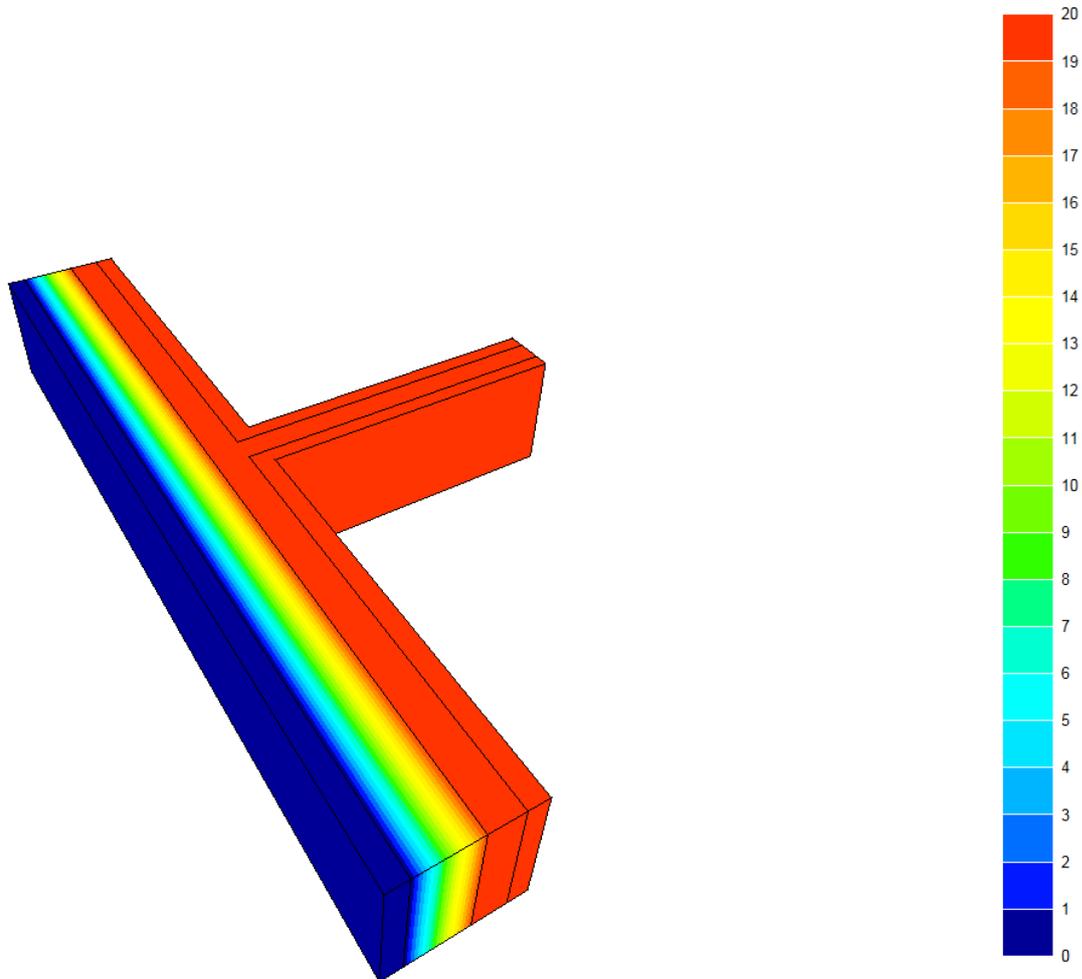
$$\Psi = 0,21 \text{ W/m.K}$$

## Liaison avec un mur de refend

On considère ici un mur de refend en béton plein d'épaisseur 18 cm.



Données géométriques du modèle : refend de 18 cm d'épaisseur, joint d'épaisseur 2 cm, longueurs des ISOPRE® avant et après refend de 125 cm. Hauteur du modèle : 50 cm. Soit une surface déprédative de l'ISOPRE® de part et d'autre du refend de 0,50 m<sup>2</sup>.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T = 2 * 0,1693 * 0,50 * 20 = 3,386 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 3,6336 W

$$\Rightarrow \Psi = 2,5 * (3,6336 - 3,386) / 20 = 0,031 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T = 2 * 0,1234 * 0,50 * 20 = 2,468 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 2,6464 W

$$\Rightarrow \Psi = 2,5 * (2,6464 - 2,468) / 20 = 0,022 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,03 \text{ W/m.K}$$

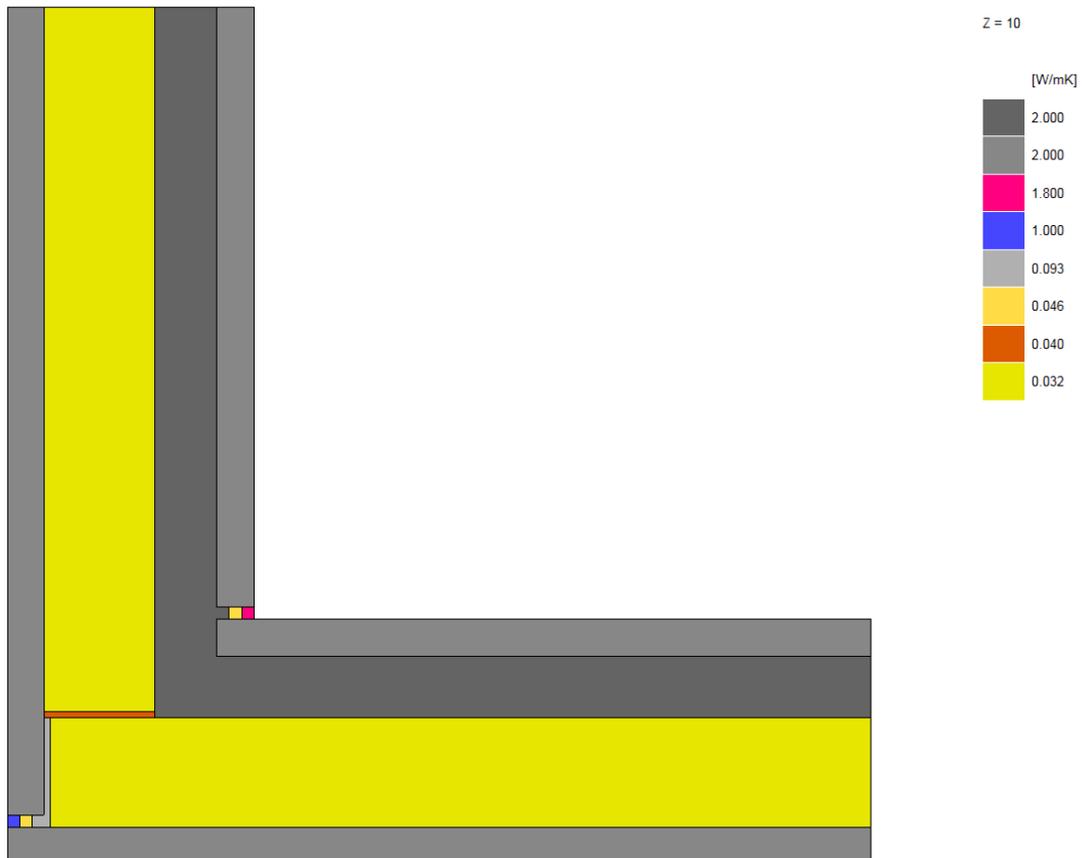
**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

$$\Psi = 0,02 \text{ W/m.K}$$

## Angle de façade sortant

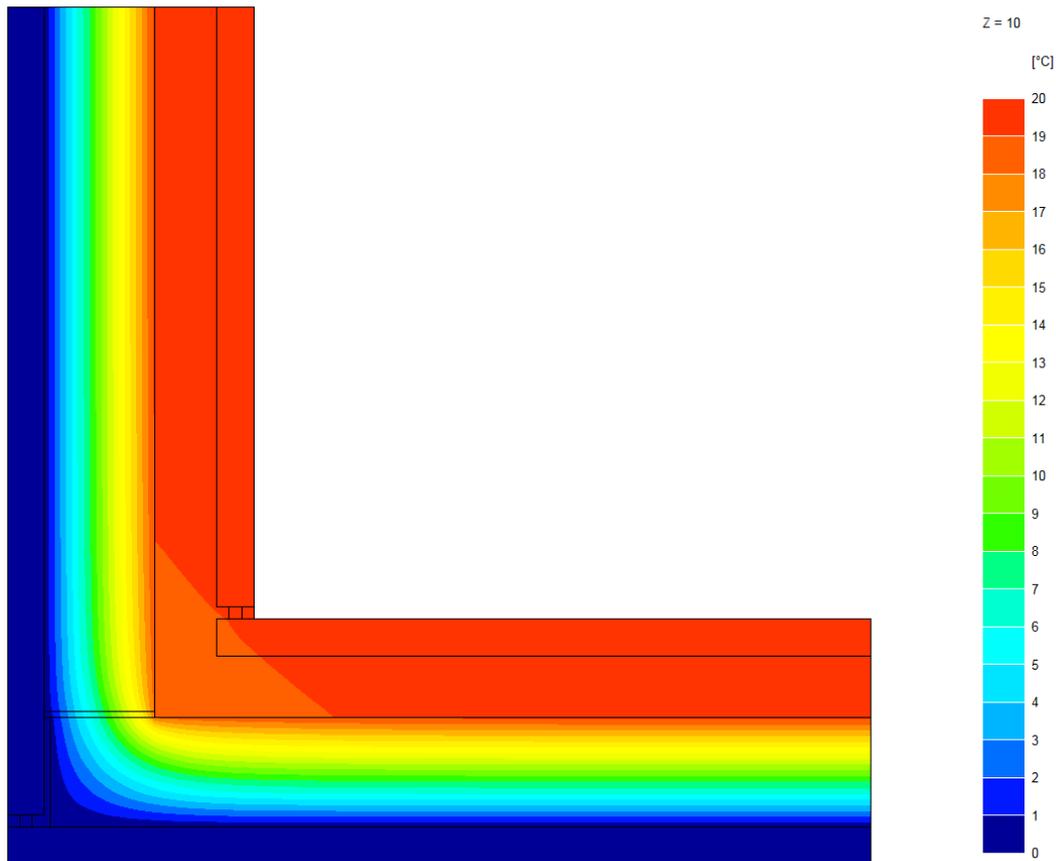
On considère ici un angle sortant en façade de bâtiment, à 90°.

Le pont thermique linéique lié à la présence du joint vertical est inclus dans le pont thermique global de la jonction, puisqu'on l'inclue dans le modèle.



Données géométriques du modèle : joints d'épaisseur 2 cm, murs de longueurs 100 cm et 98 cm (déduction de 2 cm dus à la présence du joint vertical).

Pour tenir compte de l'influence du joint vertical sans calcul supplémentaire, on prend en compte dans les calculs de surfaces déperditives de mur 100 cm de longueur.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1693 * 1 * 20 * 2 = 6,772 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 8,1258 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (8,1258 - 6,772) / 20$$

$$= 0,068 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1234 * 1 * 20 * 2 = 4,936 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 5,9506 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (5,9506 - 4,936) / 20$$

$$= 0,057 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,07 \text{ W/m.K}$$

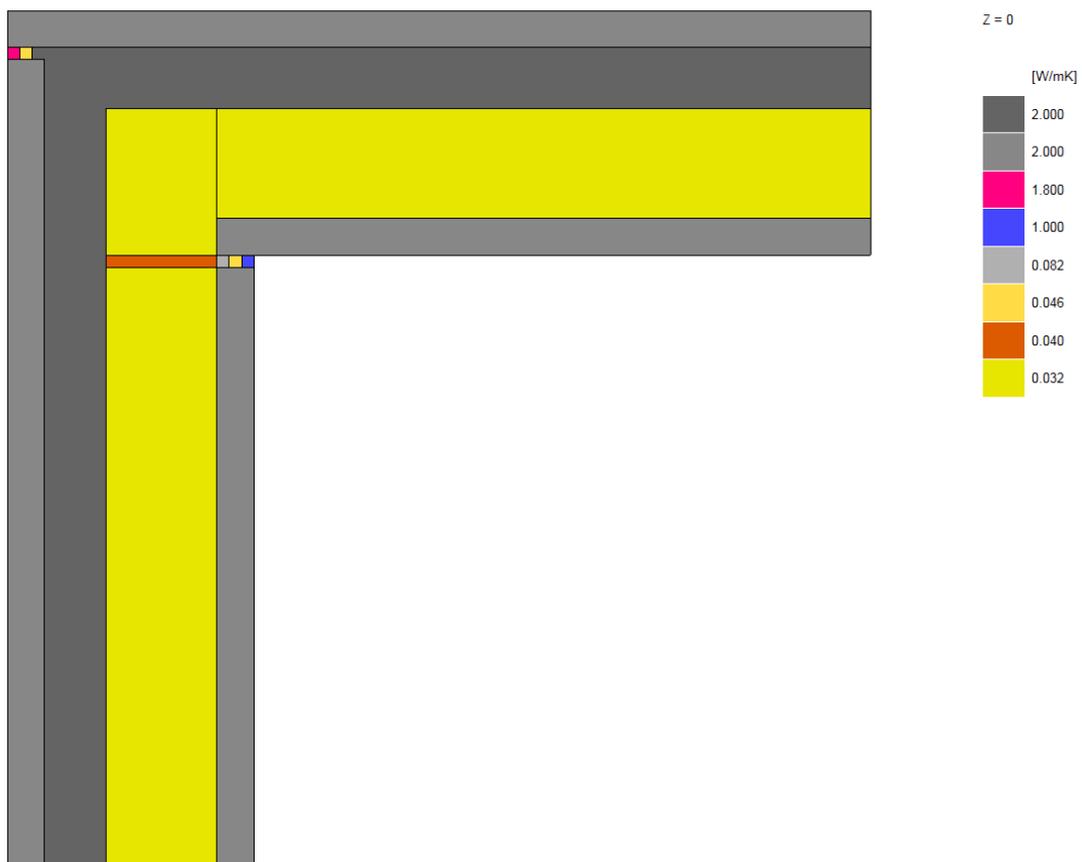
**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

$$\Psi = 0,06 \text{ W/m.K}$$

## Angle de façade rentrant

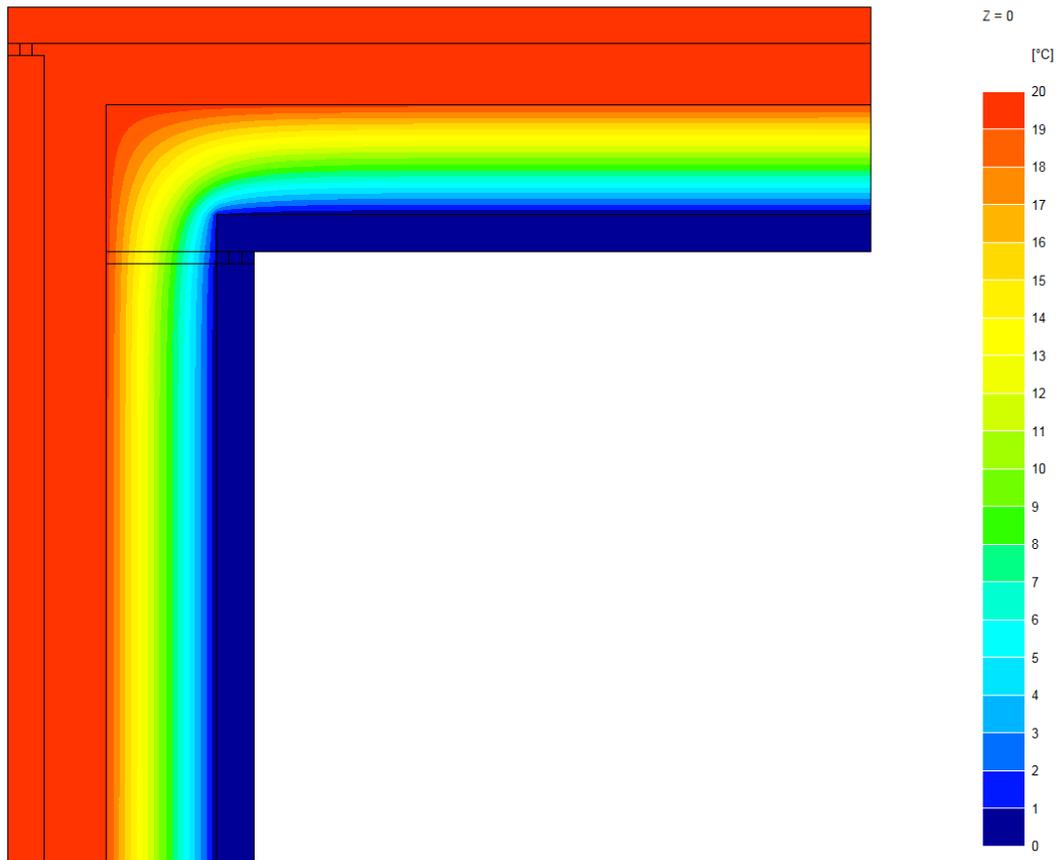
On considère ici un angle sortant en façade de bâtiment, à 90°.

Le pont thermique linéique lié à la présence du joint vertical est inclus dans le pont thermique global de la jonction, puisqu'on l'inclue dans le modèle.



Données géométriques du modèle : joints d'épaisseur 2 cm, murs de longueurs 100 cm et 98 cm (déduction de 2 cm dus à la présence du joint vertical).

Pour tenir compte de l'influence du joint vertical sans calcul supplémentaire, on prend en compte dans les calculs de surfaces déperditives de mur 100 cm de longueur.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1693 * 1 * 20 * 2 = 6,772 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 7,5416 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (8,1258 - 7,5417) / 20 \\ = 0,0292 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1234 * 1 * 20 * 2 = 4,936 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 5,5170 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (5,5170 - 4,936) / 20 \\ = 0,0290 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,03 \text{ W/m.K}$$

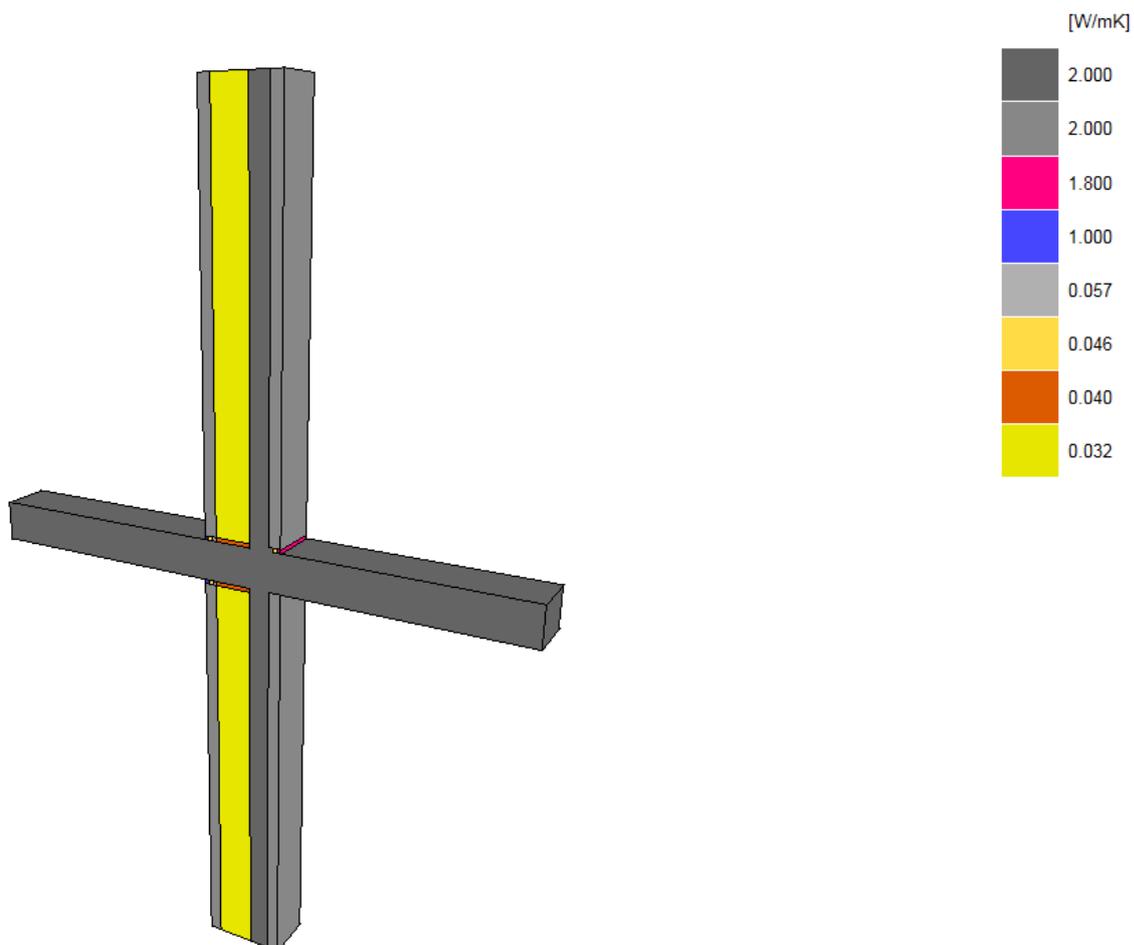
**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

$$\Psi = 0,03 \text{ W/m.K}$$

## Liaison avec un balcon sans rupteur thermique

On considère ici un balcon en béton plein de 20 cm d'épaisseur, en prolongement d'une dalle en béton plein de 20 cm d'épaisseur.

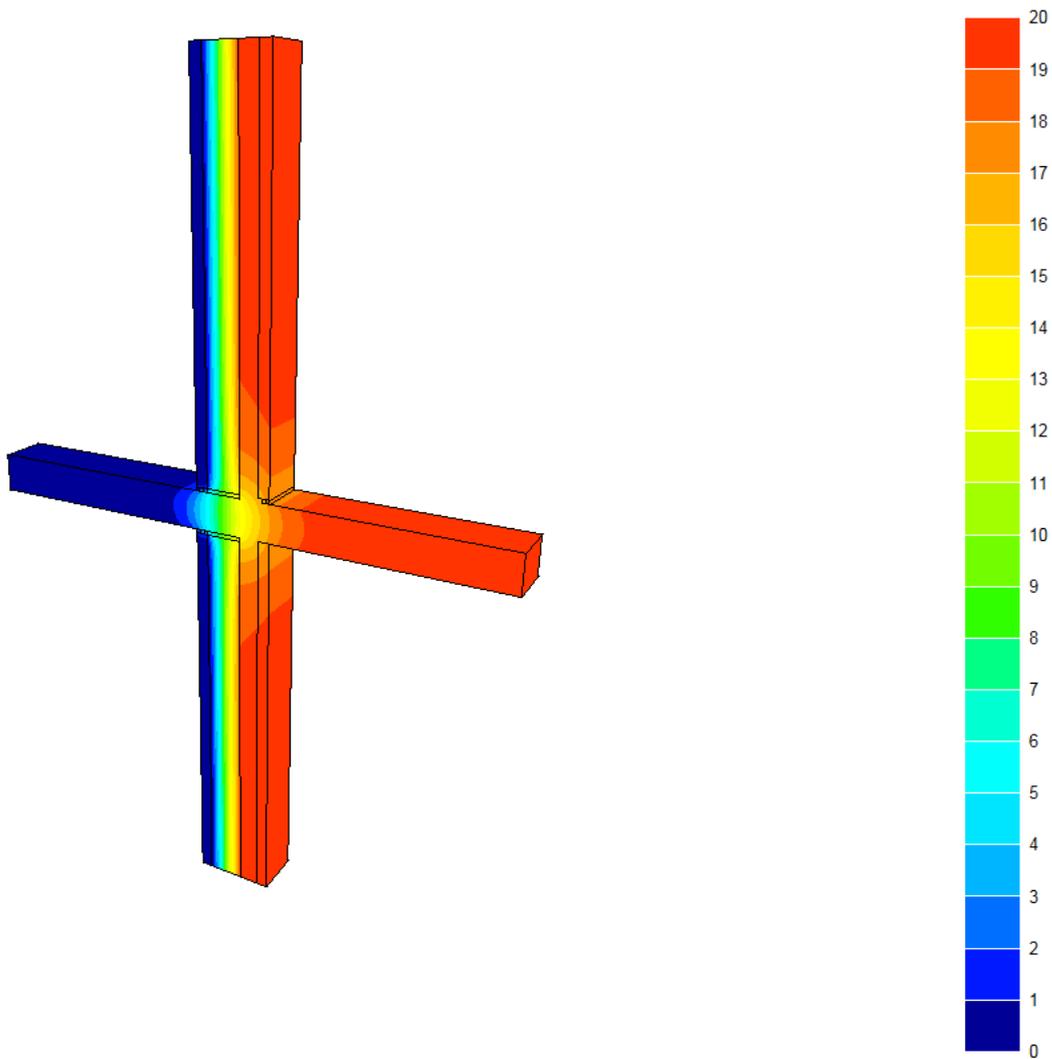
Le pont thermique linéique lié à la présence du joint horizontal au droit de ce balcon est inclus dans le pont thermique global de la jonction, puisqu'on l'inclue dans le modèle.



Données géométriques du modèle : joints horizontaux d'épaisseur 2 cm, ISOPRE® supérieur et inférieur de longueurs 198 cm (+ 2 cm dus à la présence du joint vertical).

Pour tenir compte de l'influence du joint vertical sans calcul supplémentaire, on prend en compte dans les calculs de surfaces déprédatives de mur 200 cm de hauteur.

Largeur du modèle 25 cm.



Images à titre d'illustration – valeurs de pont thermique extraites de l'Avis Technique 20/10-201 – Rupteurs Thermiques Schöck.

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**



**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

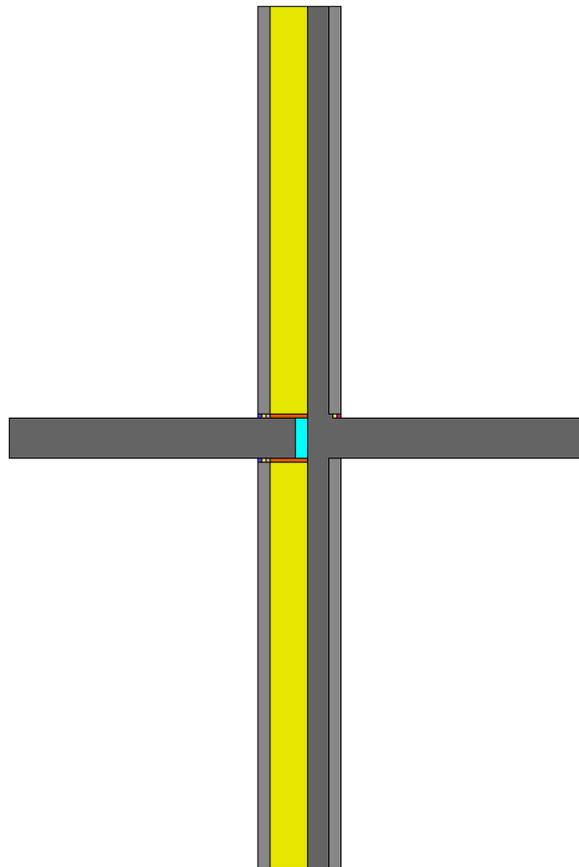


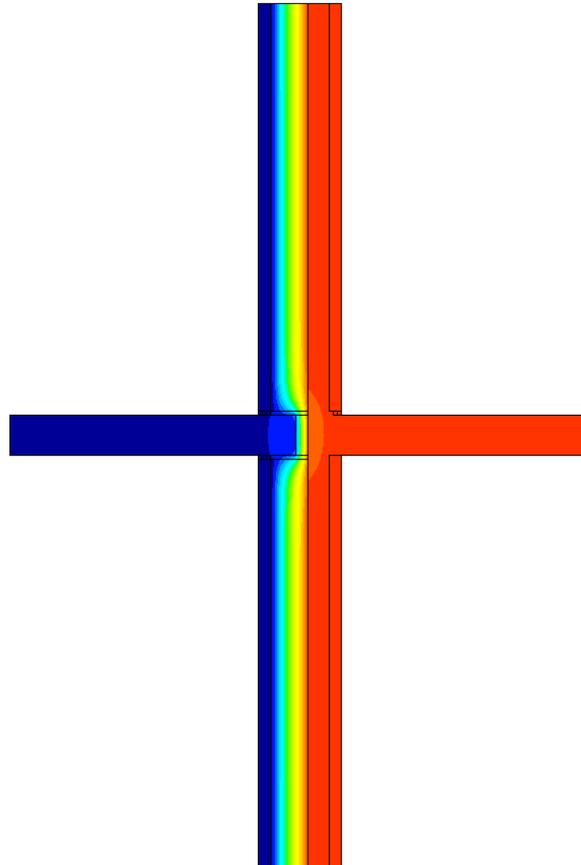
## Liaison avec un balcon avec rupteur thermique

On considère ici un balcon en béton plein de 20 cm d'épaisseur, en prolongement d'une dalle en béton plein de 20 cm d'épaisseur.

Un rupteur thermique de type Rutherma - K50 de chez Schöck est mis en place.

Le modèle est donné uniquement à titre d'illustration. La valeur de pont thermique linéique retenue est celle donnée dans l'Avis Technique du fabricant.





Modèle à titre d'illustration uniquement, non utilisé pour calculer le pont thermique effectif, tiré de l'Avis Technique 20/10-20 - Rupteurs Thermiques Schöck Rutherma.

On considèrera donc un pont thermique linéique :

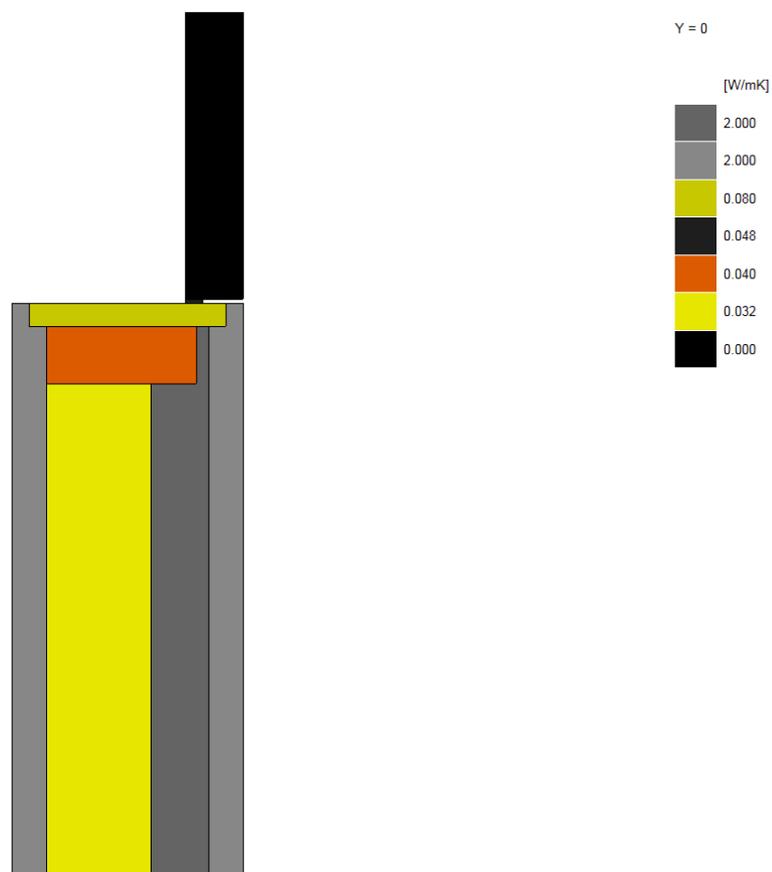
$$\Psi = 0,28 \text{ W/m.K}$$

## Liaison entre paroi et menuiserie – appui de fenêtre (gamme ISOPRE 2.0 logement)

On considère le pont thermique de liaison entre paroi courante et menuiserie, au niveau de l'appui de la fenêtre.

Les matériaux employés dans cette configuration sont les suivants : plaques de Purenit de 40 mm d'épaisseur. Ces plaques sont partiellement noyées dans le béton de façon à être ancrées, et permettent la pose de la fenêtre en réduisant le pont thermique au niveau de la jonction.

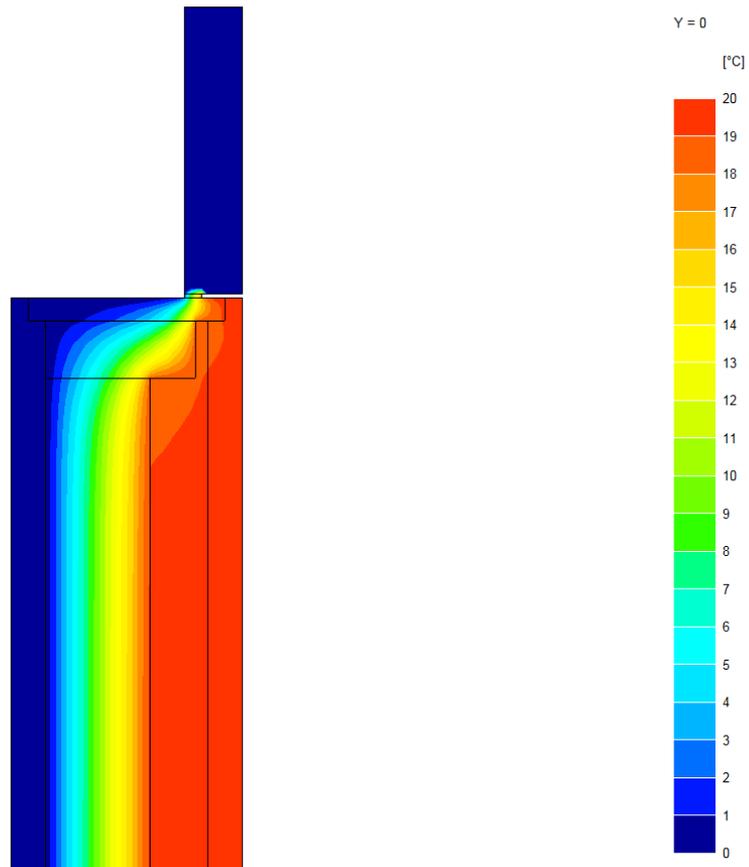
En complément, un bandeau de laine de roche de 10 cm d'épaisseur est mis en place en périphérie de la fenêtre, suivant le modèle ci-après.



Données géométriques du modèle : largeur 100 cm, hauteur de mur 100 cm (englobant une partie courante de 86 cm, une hauteur incorporant la laine de roche de 10 cm, et la zone avec appui en Purenit de 4 cm). On obtient ainsi le pont thermique d'ensemble, incluant l'ensemble des spécificités de la zone traitée.

Joint type Illmod Trio PA de 30 mm de largeur et de 7,5 mm de hauteur en pourtour du dormant.

La fenêtre est modélisée par un bloc adiabatique, ce qui n'a pas d'influence sur le résultat final de pont thermique et simplifie le calcul.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,00 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1693 * 1,00 * 20 = 3,386 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 5,1965 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (5,1965 - 3,386) / 20$$

$$= 0,0899 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,00 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1234 * 1,00 * 20 = 2,468 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 4,4076 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (4,4076 - 2,468) / 20$$

$$= 0,097 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,09 \text{ W/m.K}$$

**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

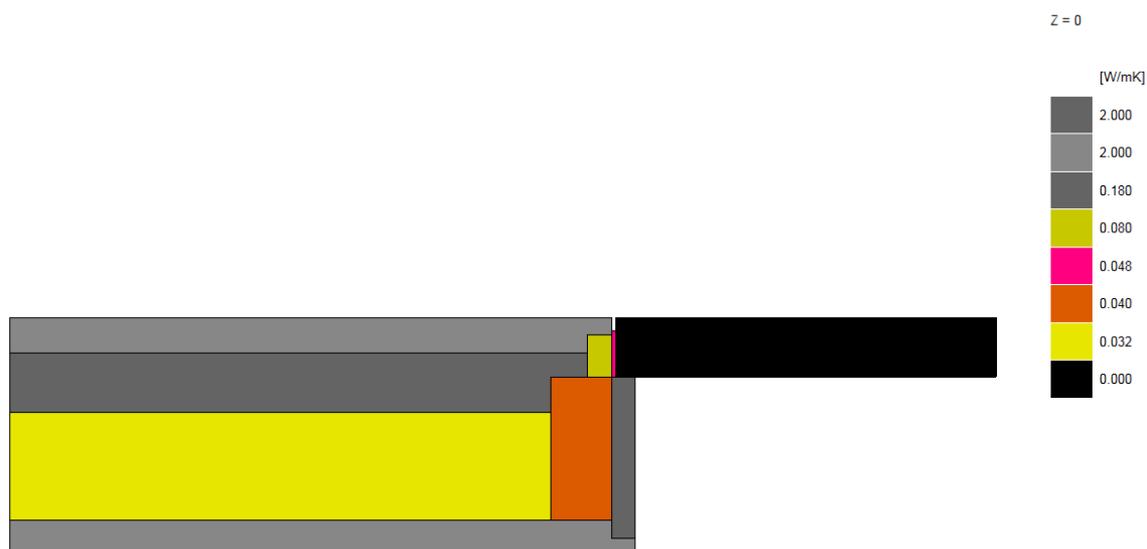
$$\Psi = 0,10 \text{ W/m.K}$$

## Liaison entre paroi et menuiserie – tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)

On considère le pont thermique de liaison entre paroi courante et menuiserie, au niveau du tableau de la fenêtre.

Les matériaux employés dans cette configuration sont les suivants : plaques de Purenit et de Sto profil de 40 mm d'épaisseur. Ces plaques sont partiellement noyées dans le béton de façon à être ancrées, et permettent le vissage du dormant de la fenêtre en réduisant le pont thermique au niveau de la jonction.

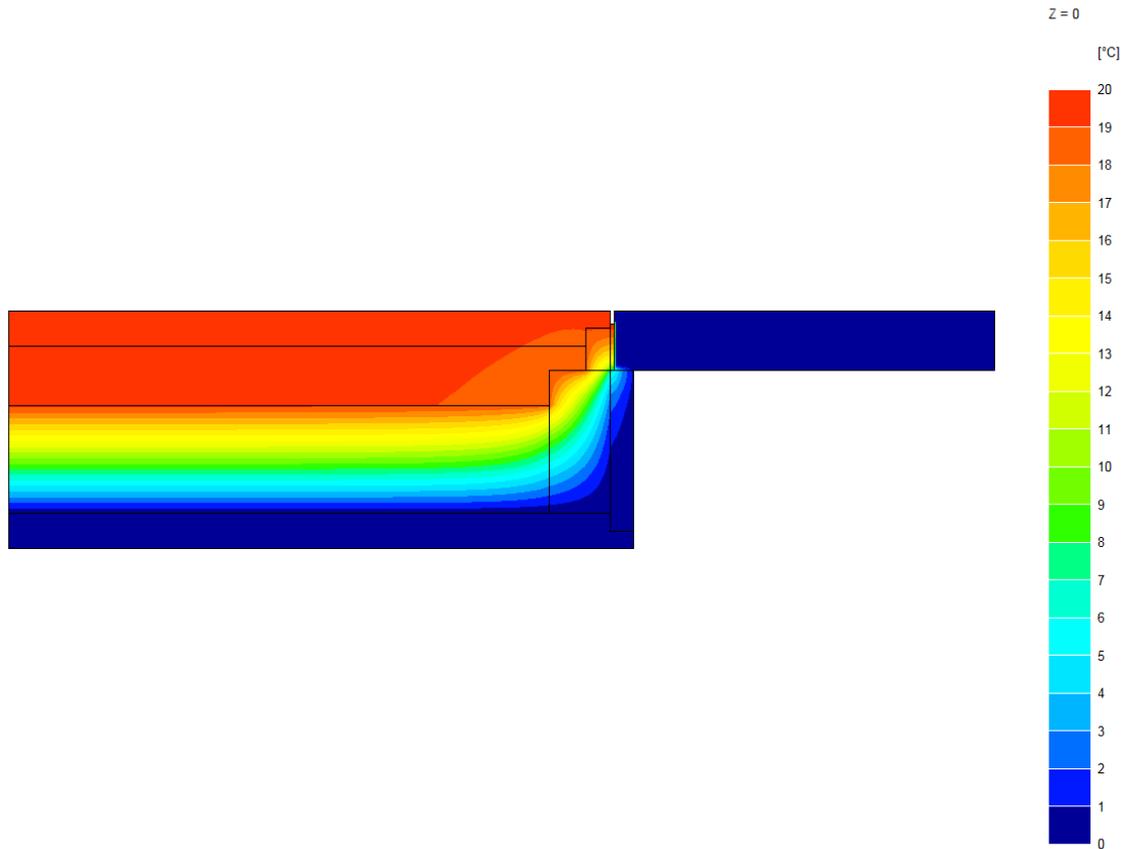
En complément, un bandeau de laine de roche de 10 cm d'épaisseur est mis en place en périphérie de la fenêtre, suivant le modèle ci-après.



Données géométriques du modèle : hauteur 100 cm, largeur de mur 100 cm (englobant une partie courante de 90 cm, et une largeur incorporant la laine de roche de 10 cm). On obtient ainsi le pont thermique d'ensemble, incluant l'ensemble des spécificités de la zone traitée.

Joint type Illmod Trio PA de 77 mm de largeur et de 7,5 mm de hauteur en pourtour du dormant.

La fenêtre est modélisée par un bloc adiabatique, ce qui n'a pas d'influence sur le résultat final de pont thermique et simplifie le calcul.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,00 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1693 * 1,00 * 20 = 3,386 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 4,6803 W

$$\Rightarrow \Psi = (4,6803 - 3,386) / 20$$

$$= 0,0647 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,00 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1234 * 1,00 * 20 = 2,468 \text{ W.}$$

Flux global calculé : 3,8548 W

$$\Rightarrow \Psi = (3,8548 - 2,468) / 20$$

$$= 0,0693 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,06 \text{ W/m.K}$$

**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

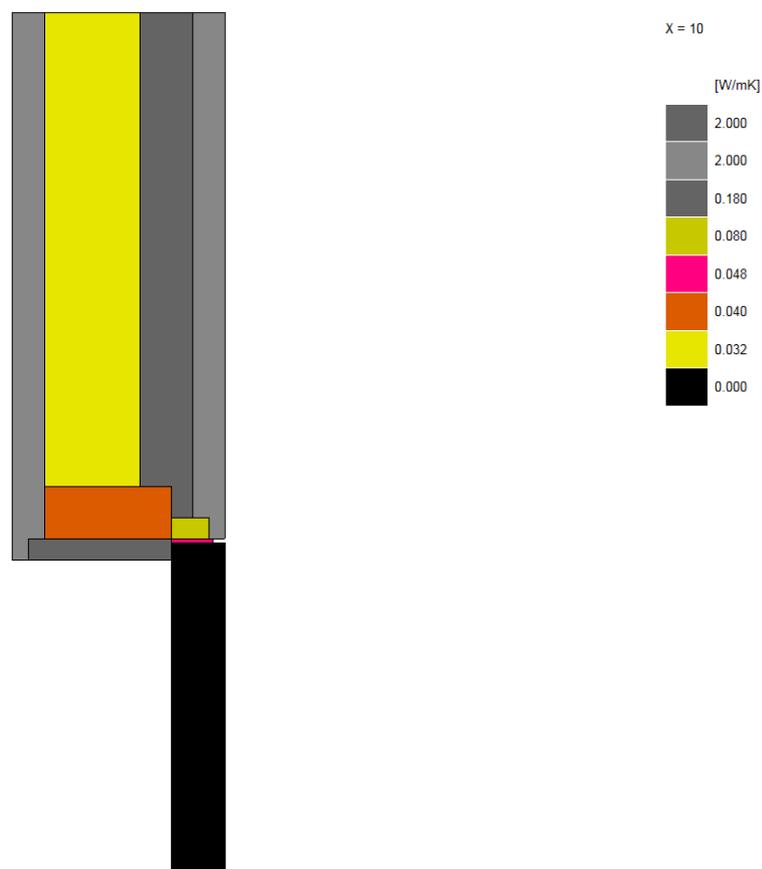
$$\Psi = 0,07 \text{ W/m.K}$$

## Liaison entre paroi et menuiserie – linteau tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)

On considère le pont thermique de liaison entre paroi courante et menuiserie, au niveau du linteau de la fenêtre.

Les matériaux employés dans cette configuration sont les suivants : plaques de Purenit et de Sto profil de 40 mm d'épaisseur. Ces plaques sont partiellement noyées dans le béton de façon à être ancrées, et permettent le vissage du dormant de la fenêtre en réduisant le pont thermique au niveau de la jonction.

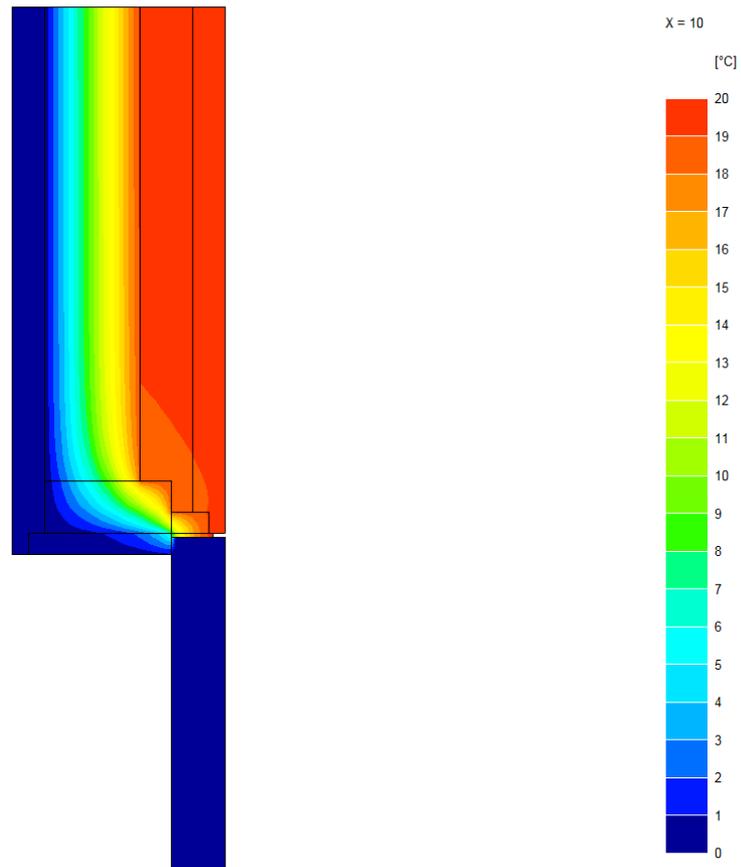
En complément, un bandeau de laine de roche de 10 cm d'épaisseur est mis en place en périphérie de la fenêtre, suivant le modèle ci-après.



Données géométriques du modèle : hauteur 100 cm, largeur de mur 100 cm (englobant une partie courante de 90 cm, et une largeur incorporant la laine de roche de 10 cm). On obtient ainsi le pont thermique d'ensemble, incluant l'ensemble des spécificités de la zone traitée.

Joint type Illmod Trio PA de 77 mm de largeur et de 7,5 mm de hauteur en pourtour du dormant.

La fenêtre est modélisée par un bloc adiabatique, ce qui n'a pas d'influence sur le résultat final de pont thermique et simplifie le calcul.



Détails du calcul :

ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité

$$U_1 = 0,1693 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,00 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1693 * 1,00 * 20 = 3,386 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 4,6803 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (4,6803 - 3,386) / 20$$

$$= 0,0647 \text{ W/m.K}$$

ISOPRE® 2.0 - polyuréthane

$$U_1 = 0,1234 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_1 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_2 = 0,00 \text{ W / m}^2.\text{K}$$

$$S_2 = 1,00 \text{ m}^2$$

$$U_1 \times S_1 \times \Delta T + U_2 \times S_2 \times \Delta T$$

$$= 0,1234 * 1,00 * 20 = 2,468 \text{ W.}$$

$$\text{Flux global calculé : } 3,8548 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Psi = (3,8548 - 2,468) / 20$$

$$= 0,0693 \text{ W/m.K}$$

On considèrera donc un pont thermique linéique :

**ISOPRE® 2.0 - polystyrène graphité**

$$\Psi = 0,06 \text{ W/m.K}$$

**ISOPRE® 2.0 - polyuréthane**

$$\Psi = 0,07 \text{ W/m.K}$$

## Coffres de volet roulant intégrés tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)

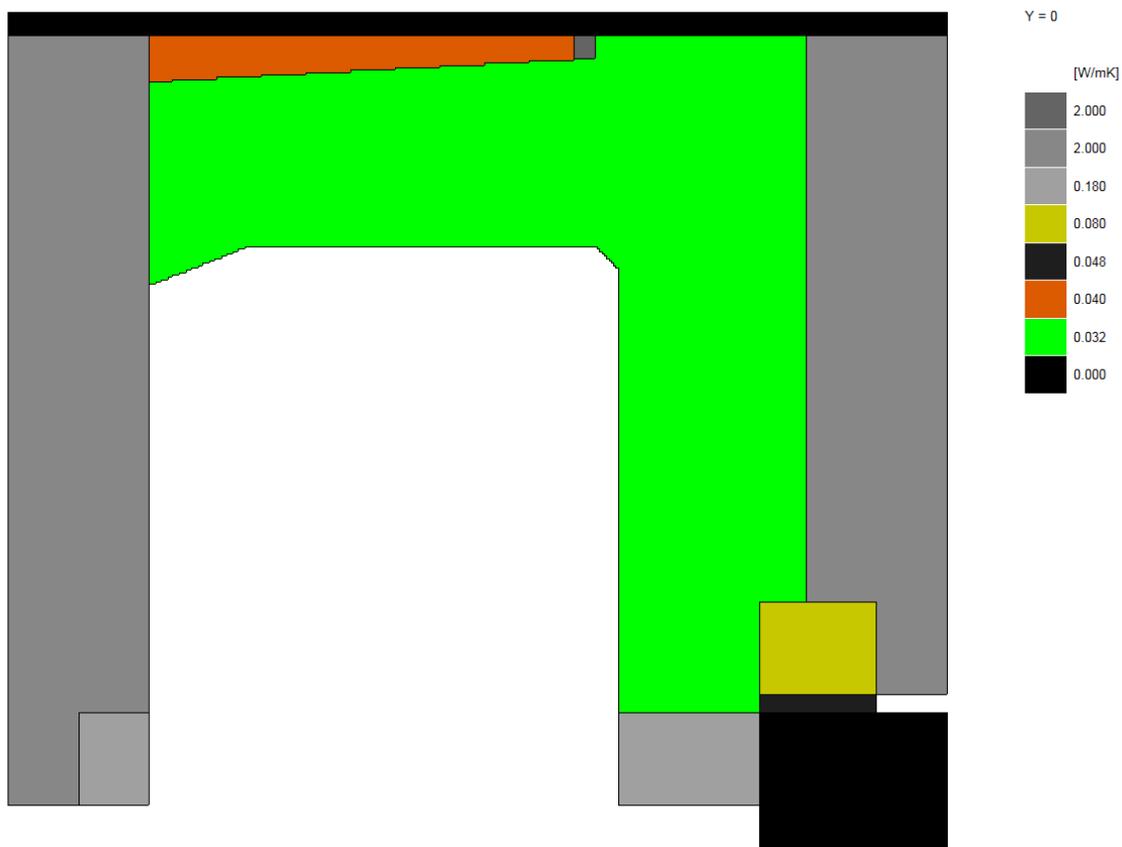
Les coffres de volet roulant intégrés aux ISOPRE® 2.0, version LOGEMENT, sont des caissons en polystyrène graphité, mis en place en usine de sorte à être invisibles de l'extérieur et de l'intérieur du bâtiment.

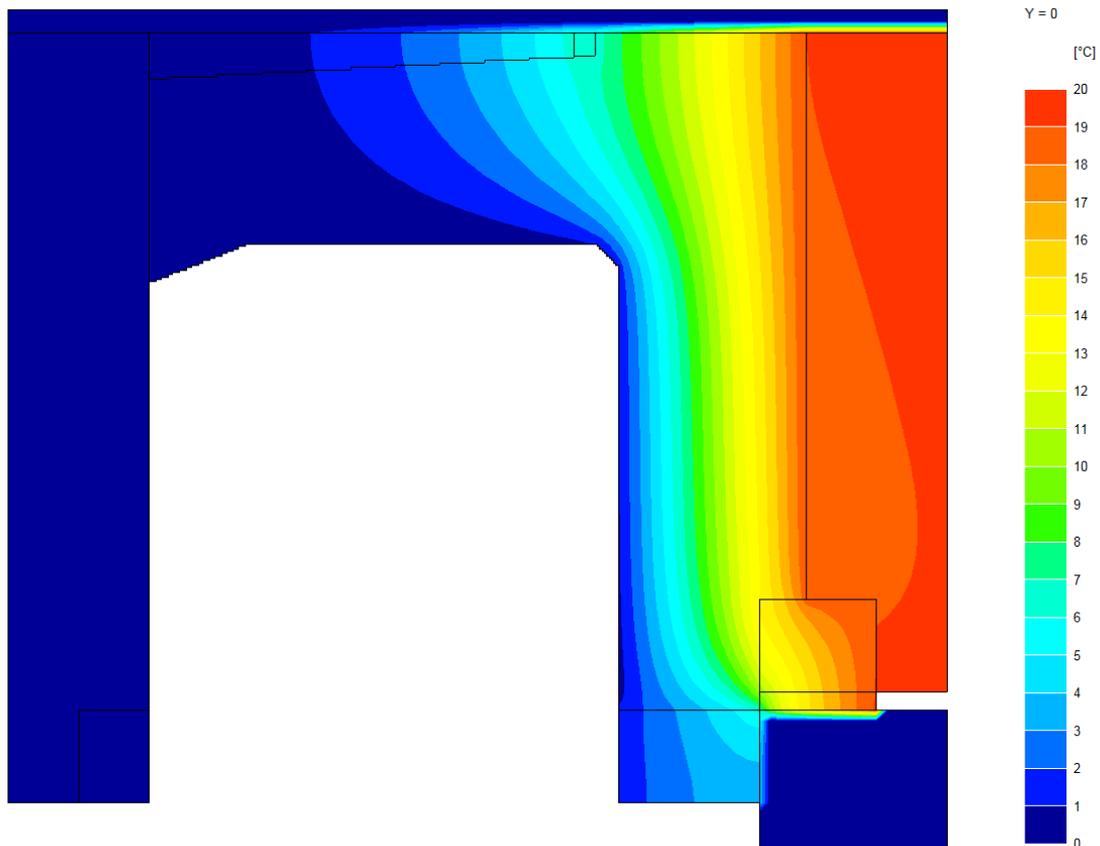
Les dimensions en coupe de ces éléments sont fixes.

Le calcul du  $U_c$  du coffre sera réalisé selon la méthode décrite à l'article 2.3.5 des règles Th-U 3/5.

$$U_c = \frac{\varphi}{H_c * \Delta T}$$

$H_c$  étant la hauteur projetée du coffre, soit 28 cm, et  $\Delta T = 20^\circ\text{C}$  dans notre modèle.





Détails du calcul :

Flux calculé avec TRISCO sur le modèle présenté : 1,10 W pour une longueur de modèle de 50 cm.

$$U_c = 2 * \frac{1,10}{0,28 * 20} = 0,39 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**$U_c = 0,39 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$**

## Coffres de brise soleil intégrés tableau (gamme ISOPRE 2.0 logement)

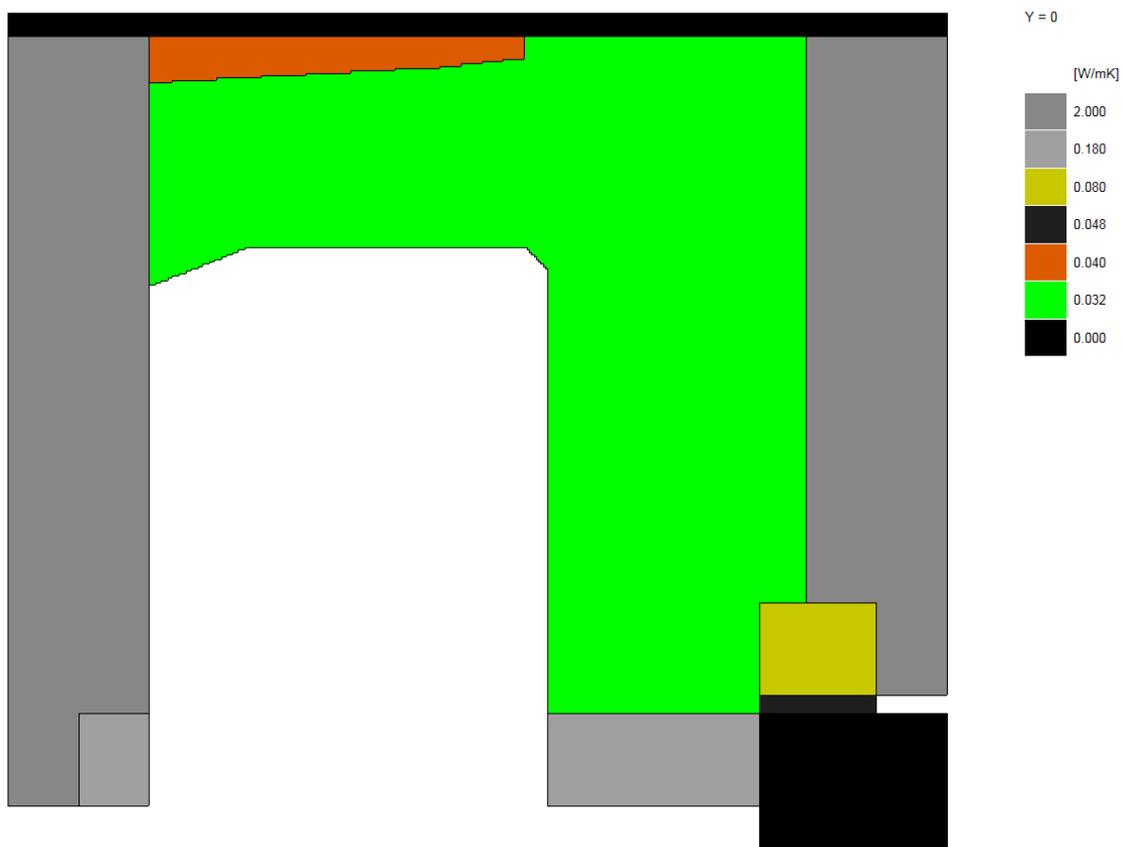
Les coffres de volet roulant intégrés aux ISOPRE® 2.0, version LOGEMENT, sont des caissons en polystyrène graphité, mis en place en usine de sorte à être invisibles de l'extérieur et de l'intérieur du bâtiment.

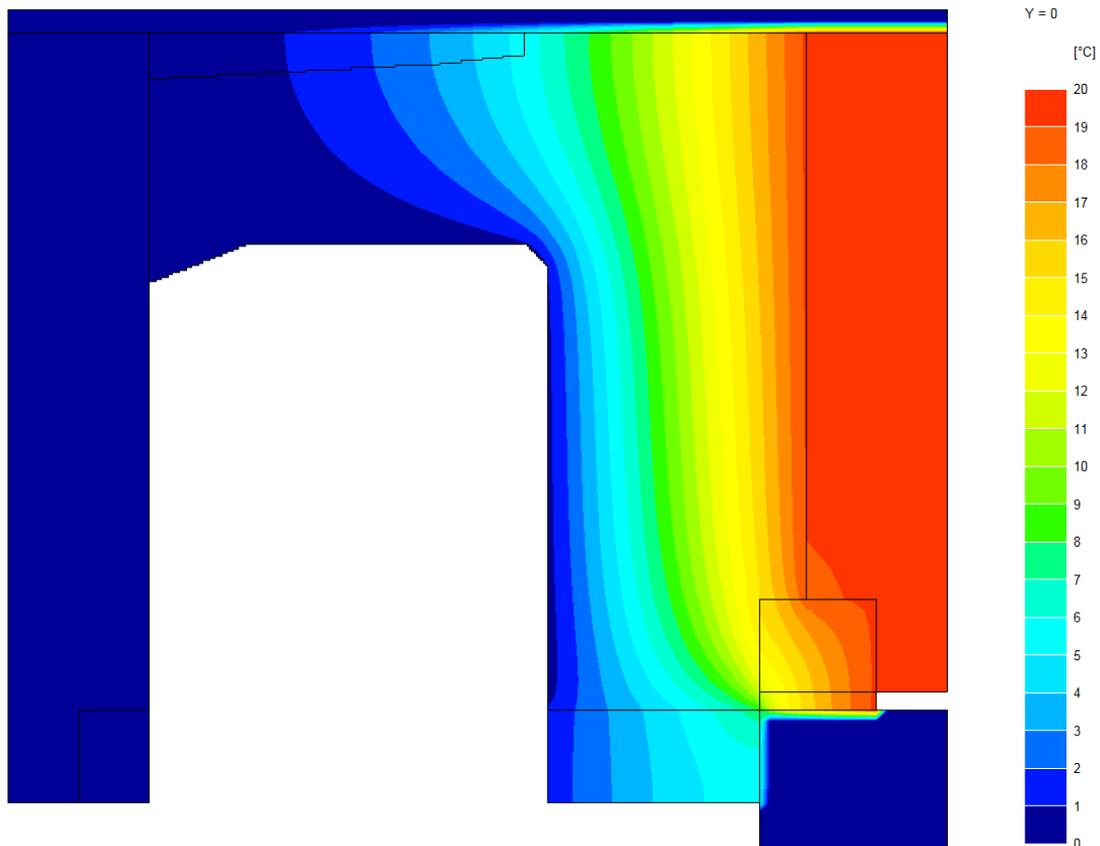
Les dimensions en coupe de ces éléments sont fixes.

Le calcul du  $U_c$  du coffre sera réalisé selon la méthode décrite à l'article 2.3.5 des règles Th-U 3/5.

$$U_c = \frac{\varphi}{H_c * \Delta T}$$

$H_c$  étant la hauteur projetée du coffre, soit 28 cm, et  $\Delta T = 20^\circ\text{C}$  dans notre modèle.





Détails du calcul :

Flux calculé avec TRISCO sur le modèle présenté : 0,885 W pour une longueur de modèle de 50 cm.

$$U_c = 2 * \frac{0,885}{0,28 * 20} = 0,32 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

**$U_c = 0,32 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$**

## Liaison entre paroi et menuiserie – appui de fenêtre tableau (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)

La valeur de pont thermique linéique est tirée des Règles Th-U, fascicule 5, paragraphe « ITE. 5.1.3 – Menuiserie de fenêtre en appui au droit intérieur du mur avec correction isolante sous capot métallique », avec pattes d'appui ponctuelles sous le capot :

$$\Psi = 0,12 \text{ W/m.K}$$

On remarquera que cette valeur retenue est plus défavorable qu'en réalité, car dans nos solutions ISOPRE 2.0, nous préconisons le positionnement de la menuiserie à l'axe du noyau béton, et non au nu intérieur.

## Liaison entre paroi et menuiserie – tableau (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)

La valeur de pont thermique linéique est tirée des Règles Th-U, fascicule 5, paragraphe « ITE. 5.2.3 – Menuiserie de fenêtre au droit intérieur du mur » :

$$\Psi = 0,11 \text{ W/m.K}$$

On remarquera que cette valeur retenue est plus défavorable qu'en réalité, car dans nos solutions ISOPRE 2.0, nous préconisons le positionnement de la menuiserie à l'axe du noyau béton, et non au nu intérieur.

## Liaison entre paroi et menuiserie – linteau (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)

La valeur de pont thermique linéique est tirée des Règles Th-U, fascicule 5, paragraphe « ITE. 5.3.3 – Menuiserie de fenêtre au droit intérieur du mur » :

$$\Psi = 0,11 \text{ W/m.K}$$

On remarquera que cette valeur retenue est plus défavorable qu'en réalité, car dans nos solutions ISOPRE 2.0, nous préconisons le positionnement de la menuiserie à l'axe du noyau béton, et non au nu intérieur.

## Coffres de volet roulant ou BSO (gamme ISOPRE 2.0 HORS logement)

Les valeurs de  $U_c$  dans ce cas sont directement dépendantes de l'épaisseur de l'isolant rapporté sur chantier avant mise en place du volet roulant ou du BSO.

On préconise une épaisseur minimale de 25 mm d'isolant TH 30, et les hauteurs d'encombrement courantes de volet ou BSO sont de l'ordre de 200 mm.

On peut donc calculer sur cette base la valeur de  $U_c$  :

$$U_c = \frac{1}{R + R_{si} + R_{se}} = \frac{1}{\left(\frac{0,025}{0,030} + 0,17\right)} = 0,996 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

On peut donc considérer dans les cas courants :

$$U_c = 1,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Cette valeur pourra être facilement modulée en fonction de l'épaisseur et de la nature de l'isolant retenue au cas par cas, sur chaque chantier.

## Fiches Techniques des matériaux employés / associés

Les matériaux dont la conductivité thermique n'est pas donnée dans les règles Th-Bat, sont décrits ci-après.

### Cylindres

Extrait Avis Technique ISOPRE® N°3/14-760

#### 2.43 Caractéristiques des cylindres

##### 2.431 Généralités

Les cylindres sont ancrés dans les parois préfabriquées sur une profondeur minimale de 40 mm (déduction de l'enrobage de 15 mm).

La géométrie du cylindre qui est utilisée est la suivante:

| Diam. moy (mm) | Ep. (mm) | Inertie (cm <sup>4</sup> ) | Section (cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------|----------------------------|----------------------------|
| 150            | 7        | 1156                       | 43.6                       |

##### 2.432 Caractéristiques du matériau

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Résistance à la traction/flexion sens longitudinal | 450 MPa                    |
| Module d'élasticité en traction sens longitudinal  | 30000 MPa                  |
| Allongement à la rupture                           | 1.5 %                      |
| Module d'élasticité au cisaillement                | 3000 MPa                   |
| Coefficient de dilatation thermique                | 11 x 10 <sup>-6</sup> 1/°C |
| Conductivité thermique*                            | <b>0.3W/mK</b>             |

**Connecteur Spurgin**

Extrait Avis Technique ISOPRE® N°3/14-760

**2.421 Connecteur SPURGIN**

**2.4211 Généralités**

Le connecteur SPURGIN est utilisable dans tous les types de murs, sauf pour les murs demandant une stabilité au feu strictement supérieure à 1 heure.

Les tolérances de fabrication sur la longueur des connecteurs SPURGIN sont les suivantes :

- L ≤ 25 cm (+/-0.9 mm)
- L > 25 cm, (+/- 1.3 mm)

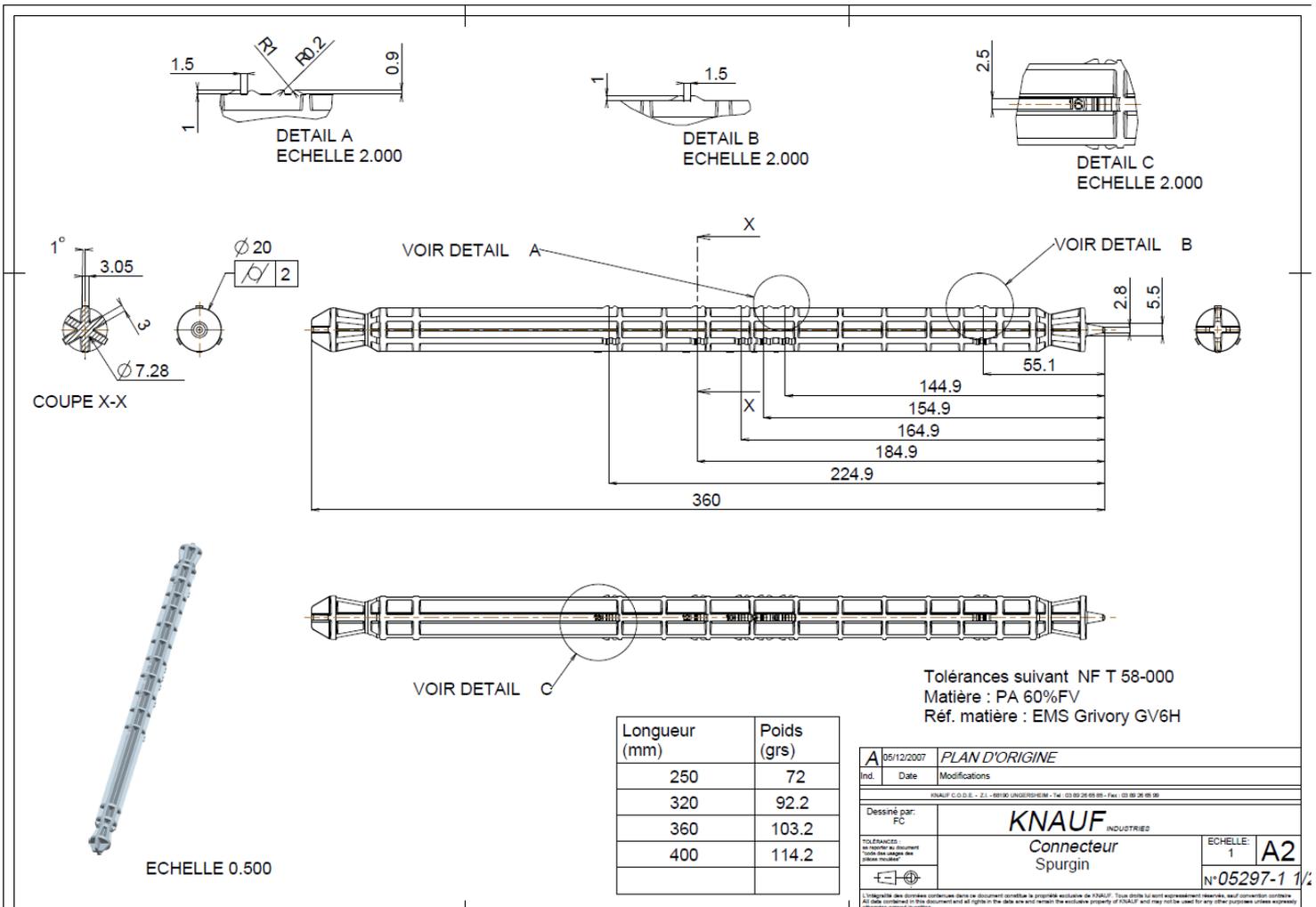
La géométrie du connecteur SPURGIN qui est utilisée est la suivante:

| Diam. moy (mm) | Inertie (cm <sup>4</sup> ) | Section (cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------------------|----------------------------|
| 20             | 0.3044                     | 1.627                      |

Les connecteurs sont illustrés à la figure 5.

**2.4212 Caractéristiques du matériau**

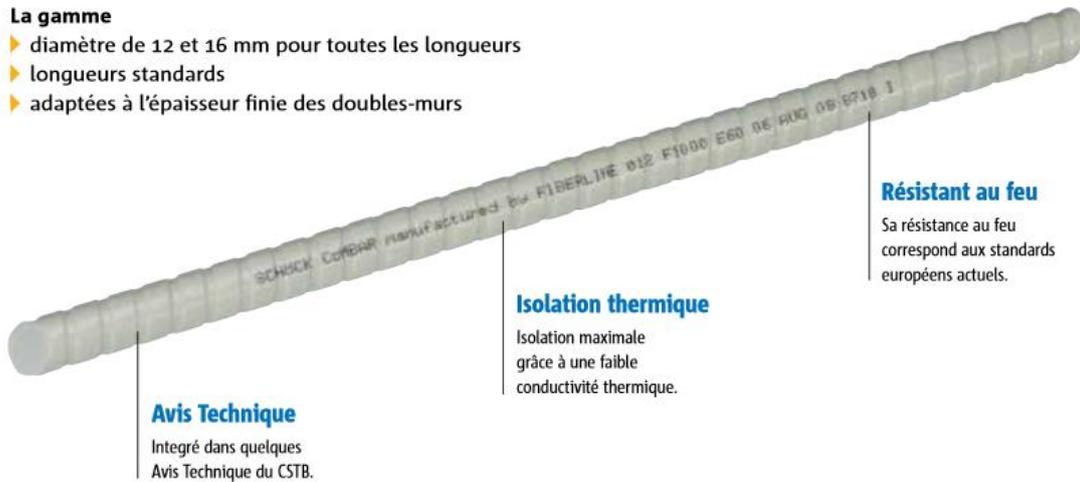
|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Résistance à la traction        | 240 MPa   |
| Module d'élasticité en traction | 21000 MPa |
| Allongement à la rupture        | 2 %       |
| Conductivité thermique*         | 0,52 W/mK |



## Combar

### La gamme

- ▶ diamètre de 12 et 16 mm pour toutes les longueurs
- ▶ longueurs standards
- ▶ adaptées à l'épaisseur finie des doubles-murs



### Avis Technique

Intégré dans quelques Avis Technique du CSTB.

### Isolation thermique

Isolation maximale grâce à une faible conductivité thermique.

### Résistant au feu

Sa résistance au feu correspond aux standards européens actuels.

| Caractéristiques   | Schöck Thermoanker                               |
|--|--|
| Résistance à la traction (N/mm <sup>2</sup> )                  | 1000   |
| Contrainte traction de calcul (N/mm <sup>2</sup> )             | 435  |
| Module de traction (N/mm <sup>2</sup> )                        | 60000  |
| Contrainte d'adhérence (N/mm <sup>2</sup> ) (défaillance)      | 12-20  |
| Densité (g/cm <sup>3</sup> )                                   | 2,2  |
| Conductivité thermique (W/mK)                                  | < 0,5  |
| Coefficient de dilatation thermique linéaire $\alpha_{10-5/K}$ | 0,6 <sub>(basil)</sub> , 2,2 <sub>(radial)</sub> |

### Un produit de la recherche et du développement



Fondation nationale allemande pour l'environnement



Institut allemand pour la technique du bâtiment



Université technique de Kaiserslautern

Purenit

| <b>PURENIT – MATÉRIAU FONCTIONNEL 550 MD</b>       |  |
|--|--|
| <b>Matériau</b>                                    | fabriqué sur la base de mousse dure PUR/PIR, non contrecollé   |
| <b>Propriétés</b>                                  | mécaniquement hautement sollicitable, résistant à la compression, forme stable, facile à coller, possibilité de contre-coller ou de revêtir de couches de recouvrement des plus variées, résistant aux produits chimiques, biologiquement et écobiologiquement sans risque, imput-rescible et indécomposable, recyclable           |
| <b>Possibilités d'utilisation et d'application</b> | Profilés ou baguettes, alaise embrevée dans des salles d'eau et pièces humides, façades, possibilités dans la fabrication de meubles de salle de bains et de bateau, construction automobile (par ex. camping-cars, véhicules utilitaires, wagons, bateaux etc.), plans de travail de cuisine, comme base d'éléments sandwich etc. |
| <b>Densité brute</b>                               | 550 kg/m <sup>3</sup> (+/-50 kg), DIN EN 1602  |
| <b>Utilisable dans une plage de température de</b> | -50°C à +100° C  |
| <b>Résistance à la compression<sup>1</sup></b>     | 5,5 - 7,5 MPa, DIN EN 826  |
| <b>Résistance à la torsion<sup>1</sup></b>         | 5 - 7 MPa, DIN EN 12089  |
| <b>Résistance au cisaillement<sup>1</sup></b>      | 1 - 1,5 MPa, DIN EN 12090  |
| <b>Résistance à la poussée<sup>1</sup></b>         | 1 - 1,5 MPa, DIN EN 12090  |
| <b>Comportement au feu</b>                         | E (DIN EN 13501-1), B2 (DIN 4102), BKZ 5.3 (CH)  |
| <b>Gonflement en épaisseur<sup>2</sup></b>         | 0,8 %, DIN EN 68763  |
| <b>Résistance au dévissage<sup>3</sup></b>         | 650 - 750 N, M6 x 16 / 3500 - 3800 N, 6 x 60 bois  |
| <b>Conductibilité thermique</b>                    | 0,070 W/(m·K), DIN EN 12667 / 0,086 W/(mK), DIN 4108-4   |
| <b>Formats</b>                                     | Format standard 2440 x 1220 mm, épaisseurs 10 - 60 mm, autres formats et épaisseurs sur demande  |
| <b>Apparence du chant</b>                          | obtus  |

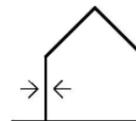
<sup>1</sup> Tolérances en fonction de la farine/granulométrie utilisée, de la proportion du liant et du mélange du liant.

<sup>2</sup> 24 heures à 20°C, suivant le rapport surface/volume, globalement réversible, sans endommagement du panneau.

<sup>3</sup> Tolérances en fonction de la farine/granulométrie utilisée, de la proportion du liant, du mélange du liant et des rajouts fibreux.

[Sto deco](#)**sto**

**FICHE TECHNIQUE**  
**3804-007**  
**Mars - 2011**



### Données techniques

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Poids spécifique (densité)            | 550 kg/m <sup>3</sup>                 |
| Résistance à la flexion               | 5,6 N/mm <sup>2</sup>                 |
| Résistance à l'arrachement            | > 700 kN/m <sup>2</sup>               |
| Module d'élasticité E                 | 1,9.10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> |
| Résistance à la compression           | 13,5 N/mm <sup>2</sup>                |
| Prise d'eau après 24 heures           | 1,5 % (vol.)                          |
| Coefficient de dilatation             | 8,8 . 10 <sup>-6</sup> I/K            |
| Coefficient de conductivité thermique | 0,18 W/mK                             |
| Classement au feu                     | Equivalent non inflammable            |
| Soluble dans l'eau                    | Non                                   |

Illmod trio

## illmod Trio

## Données techniques

| Caractéristiques  | Normes        | Valeurs   |
|---|---------------|---|
| Etanchéité à la pluie battante  | EN 1027       | 600 Pa  |
| Perméabilité à l'air  | EN 1026       | $a \leq 0,1 \text{ m}^3/(\text{h.m.}(\text{dPa})^n)$<br>Rapport d'essai N°063776.1 du 11/12/06 du MPA Bau Hannover – satisfait à la norme |
| Conductivité thermique  | DIN 52 612    | $\lambda = 0,048 \text{ W/m.K}$<br>Rapport d'essai N°063749.1 du 11/12/06 du MPA Bau Hannover   |
| Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau  | EN ISO 12 572 | $\mu \leq 100$  |
| Perméabilité à la vapeur d'eau  | DIN 4108-3    | $S_D = 0,29 \text{ m}$  |
| Isolation thermique : U<br>Largeur du profilé 60 mm<br>Largeur du profilé 70 mm<br>Largeur du profilé 80 mm |               | 0,8 W/(m <sup>2</sup> .K)<br>0,7 W/(m <sup>2</sup> .K)<br>0,6 W/(m <sup>2</sup> .K)   |
| Performances acoustiques  | EN ISO 717-1  | 45 dB dans un joint de 10 mm<br>Rapport d'essai ift Rosenheim Nr 16733278/1 du 12/03/07   |
| Résistance à la température   |               | -30 °C à +80 °C   |
| Température de mise en œuvre  |               | < +20 °C  |
| Classement feu  | DIN 4102      | B2  |
| Stockage et conditionnement   |               | 6 mois à température comprise entre +1 °C et +20 °C   |

