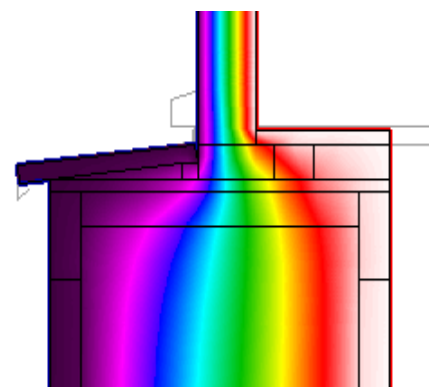
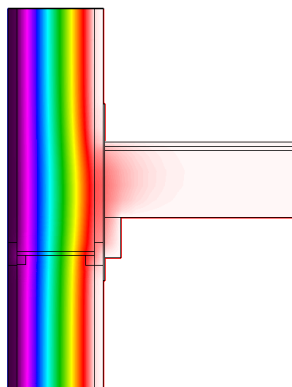
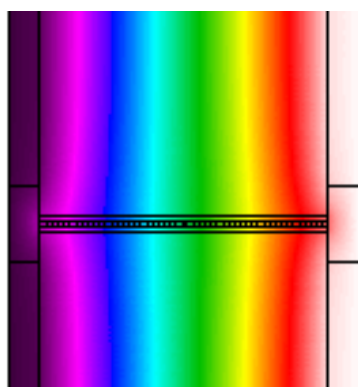




# Cahier des ponts thermiques

## Technique du GREB

Mai 2018



Avec le soutien de



# CATALOGUE PONTS THERMIQUES

## TECHNIQUE DU GREB

Ce document s'adresse principalement aux professionnels réalisant l'étude thermique d'un bâtiment en paille construit selon la technique du GREB.

Il synthétise les valeurs de coefficient des principaux ponts thermiques. Il permet ainsi une saisie précise de ce type de construction dans les logiciels de calculs thermiques (RT2012, STD, PHPP...).

Avec ses résultats commentés et au travers de schémas détaillés, ce document permet également aux auto-construc-teurs de connaître les performances thermiques des solutions courantes du GREB pour l'aider à déterminer la solution offrant le bon compromis entre thermique, coût et simplicité de mise en œuvre.

|             |  |          |
|-------------|--|----------|
| <b>I.</b>   | <b>PONT THERMIQUE : DÉFINITION ET EXEMPLE.....</b>                       | <b>3</b> |
| <b>II.</b>  | <b>HYPOTHÈSES DE CALCUL.....</b>   | <b>4</b> |
| <b>III.</b> | <b>NOMENCLATURE .....</b>  | <b>5</b> |
| <b>IV.</b>  | <b>CATALOGUE DES PONTS THERMIQUES.....</b>                               | <b>6</b> |
| 1.          | MpeG : Murs extérieurs GREB .....  | 6        |
| 2.          | PG : Poteau dans mur extérieur GREB.....                                 | 7        |
| 3.          | OBG2 : Jonction mur extérieur – mur extérieur .....                      | 8        |
| 4.          | OBG3 : Jonction mur extérieur – mur intérieur .....                      | 9        |
| 5.          | OBG4.TPe : Jonction plancher Terre-Plein – mur extérieur .....           | 10       |
| 6.          | OBG4.TPi : Jonction plancher Terre-Plein – mur intérieur.....            | 12       |
| 7.          | OBG4.VSe : Jonction plancher Vide-Sanitaire – mur extérieur .....        | 13       |
| 8.          | OBG4.VSi : Jonction plancher Vide-Sanitaire – mur intérieur .....        | 14       |
| 9.          | OBG5 : Jonction plancher intermédiaire – mur extérieur .....             | 15       |
| 10.         | OBG5b : Jonction plancher intermédiaire avec balcon – mur extérieur .... | 16       |
| 11.         | OBG6 : Jonction plancher haut – mur extérieur .....                      | 17       |
| 12.         | OBG7 : Jonction toiture inclinée – mur extérieur .....                   | 19       |
| 13.         | OBG8 : Jonction menuiserie – mur extérieur .....                         | 21       |

# I. PONT THERMIQUE : DEFINITION ET EXEMPLE

Un pont thermique est une rupture de continuité de l'isolation d'un bâtiment. Il peut être ponctuel ou linéaire.

## Pont thermique ponctuel

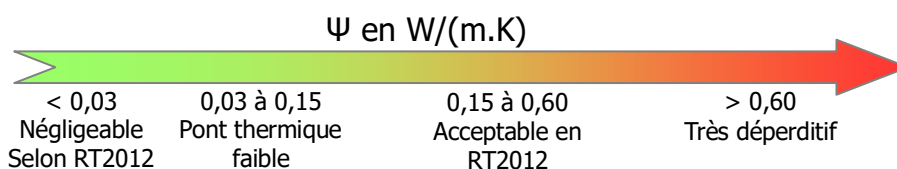
Un pont thermique ponctuel traverse l'isolation ponctuellement. C'est le cas des feuillards métalliques dans la technique du GREB ou des pattes de fixation lors d'une isolation rapportée à un mur.

Il est caractérisé par un coefficient de transmission ponctuel, noté  $\chi$  en W/K dans la réglementation française. En le multipliant par le nombre d'entités par m<sup>2</sup>, on obtient  $\Delta U$  en W/(m<sup>2</sup>.K), qui correspond à l'impact sur le coefficient de transmission thermique U de la paroi.

## Pont thermique linéique

Un pont thermique linéique se situe principalement à la jonction entre deux parois, ou entre une menuiserie et une paroi.

Il est caractérisé par un coefficient de transmission linéique, noté  $\psi$  en W/(m.K) dans la réglementation française. Il faut le multiplier par la longueur de la jonction pour connaître la déperdition engendrée.



## Exemple de calcul

Par exemple, une maison de plain-pied de 100m<sup>2</sup> en paille type GREB avec des soubassements non isolés a un pont thermique Mur/Plancher de  $\psi=0,51$  W/(m.K) (voir tableau page 9).

Le périmètre de la maison est de 41 m. Il fait - 5°C à l'extérieur et la maison est chauffée à 20°C.

La déperdition due au pont thermique est de  $D = \psi \times L \times DT = 0,51 \times 41 \text{ m} \times 25^\circ\text{C} = 523 \text{ W}$ .

Avec des soubassements isolés en blocs de maçonnerie isolants, le pont thermique Mur/Plancher est de  $\psi = 0,11$  W/(m.K).

La déperdition serait alors de  $D = 0,11 \times 41 \text{ m} \times 25^\circ\text{C} = 113 \text{ W}$ .

On peut donc conclure que dans ce cas, le fait de ne pas isoler les soubassements augmente la puissance de chauffage de plus de 400 W en plein hiver.

Avec la méthode de calcul des DJU (Degrés-Jour Unifiés), on peut estimer la surconsommation annuelle liée à l'absence d'isolation des soubassements.

Pour une maison située en région Centre avec un chauffage par poêle de masse, la surconsommation sera de plus de 1000 kWh/an, soit ½ stère de chêne.

## II. HYPOTHESES DE CALCUL

- Plans de coupe et maillage conformes à la norme NF EN ISO 10211
- Caractéristiques thermiques des matériaux

| Matériau  | Conductivité<br>$\lambda$ [W/(m.K)] |
|---|-------------------------------------|
| Botte de paille posée sur chant   | 0,052                               |
| Bois (ossature, poutres, menuiseries...)  | 0,15                                |
| Voile travaillant/OSB   | 0,13                                |
| Mortier GREB  | 0,31                                |
| Isolants complémentaires :<br>Ouate de cellulose, Liège, Fibre de bois semi-rigide... | 0,04                                |
| Panneaux pare-pluie en fibre de bois rigide   | 0,05                                |
| Acier zingué (feuillards)   | 0,65                                |
| Terre cuite (appuis de fenêtres)  | 0,60                                |
| Briques de Terre Crue   | 1,20                                |
| Béton (dalles, chapes)  | 2,00                                |
| Dalle isolante  | 0,30                                |
| Gravier   | 2,00                                |
| Empierrement isolant  | 0,08                                |

- Conditions aux limites

| Limite                    | Résistance superficielle<br>[m <sup>2</sup> .K/W] | Température [°C] |
|---------------------------|---|------------------|
| Extérieur                 | 0,04  | 0                |
| Intérieur flux horizontal | 0,13  | 20               |
| Intérieur flux ascendant  | 0,10  | 20               |
| Intérieur flux descendant | 0,17  | 20               |

- Précisions

Les choix de parements intérieurs et extérieurs étant multiples et peu influents sur les calculs, les simulations sont réalisées avec des murs de type 100% coulage, sans enduit. Les résultats sont valables pour tout type de mur (voir §1) et tout type de parement.

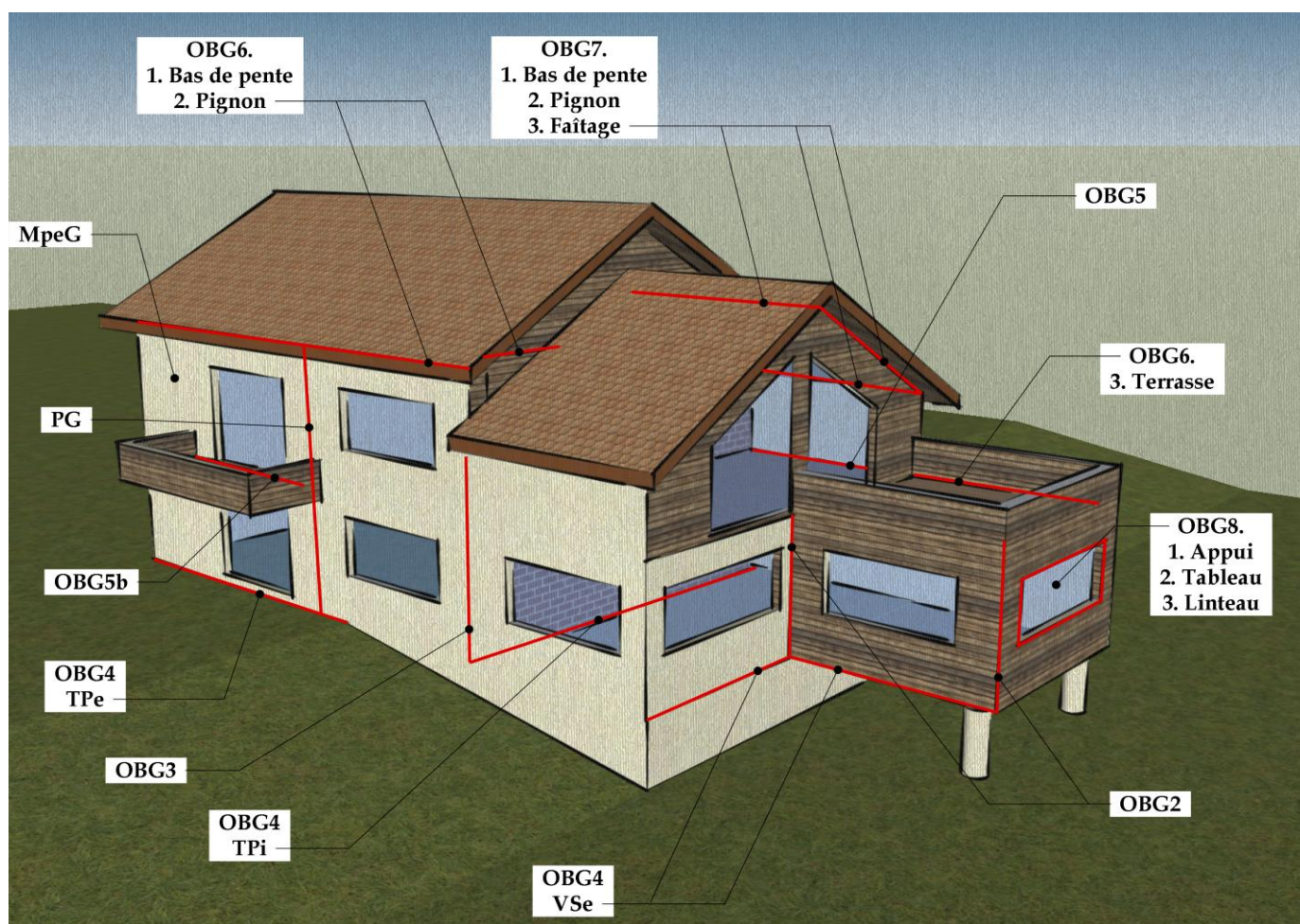
Les autres éléments ayant une influence négligeable sur les calculs sont exclus des calculs. Ils apparaissent cependant sur les schémas de détails. C'est le cas des ventilations de couverture, parements intérieurs de plafonds, frein-vapeur...

### III. NOMENCLATURE

La nomenclature est adaptée de celle utilisée dans le catalogue de ponts thermiques de parois isolées en paille du CSTB. On ajoute la lettre G pour GREB.

Les liaisons sont illustrés en bas de page sur une maison-type.

- MpeG : Mur paille extérieur GREB
- PG : Poteau dans mur extérieur GREB
- OBG2 : Jonction mur extérieur GREB – mur extérieur GREB
- OBG3 : Jonction mur extérieur GREB – mur intérieur (refend)
- OBG4TPe : Jonction plancher sur Terre-Plein – mur extérieur GREB
- OBG4TPi : Jonction plancher sur Terre-Plein – mur de refend
- OBG4VSe : Jonction plancher sur Vide-Sanitaire – mur extérieur GREB
- OBG4VSi : Jonction plancher sur Vide-Sanitaire – mur intérieur (refend)
- OBG5 : Jonction plancher intermédiaire – mur extérieur GREB (sans balcon)
- OBG5b : Jonction plancher intermédiaire – mur extérieur GREB (avec balcon)
- OBG6 : Jonction plancher haut – mur extérieur GREB
- OBG7 : Jonction toiture inclinée – mur extérieur GREB
- OBG8 : Jonction menuiserie – mur extérieur GREB

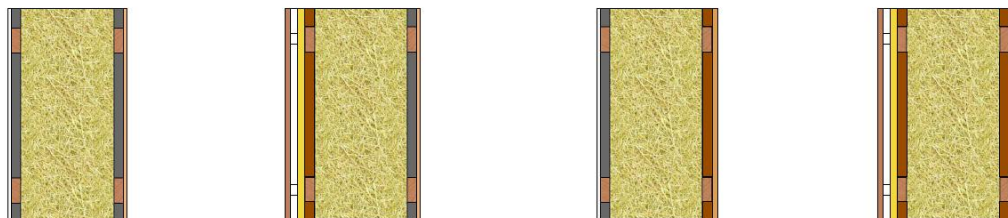


## IV. CATALOGUE DES PONTS THERMIQUES

### 1. MpeG : Murs extérieurs GREB

#### a. Description des parois courantes

On distingue 4 types de murs selon la technique du GREB



|                      | 100% Coulage                      | 50% Coulage intérieur  | 50% Coulage extérieur             | 0% Coulage   |
|----------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Extérieur            | Mortier GREB<br>Enduit chaux 25mm | Laine de bois<br>Panneau pare-pluie<br>contreventant 16mm<br>Bardage ventilé | Mortier GREB<br>Enduit chaux 25mm | Laine de bois<br>Panneau pare-pluie<br>contreventant 16mm<br>Bardage ventilé |
| Intérieur            | Mortier GREB<br>Enduit terre 25mm | Mortier GREB<br>Enduit terre 25mm  | Laine de bois<br>Panneau OSB 15mm | Laine de bois<br>Panneau OSB 15mm  |
| U paroi<br>[W/m²/K]  | 0,124                             | 0,110  | 0,112                             | 0,101  |
| Déphasage            | 23h                               | 23h  | 23h                               | 23h  |
| Inertie<br>[kJ/m²/K] | 122                               | 126  | 61                                | 65   |

Les 4 types de murs offrent de très bonnes performances en confort d'hiver avec un  $U \leq 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Le déphasage représente le temps que va mettre le pic de température en été à atteindre la surface intérieure. Il doit être idéalement de 12h. Dans notre cas, l'isolation des parois est telle que la température de surface intérieure ne varie pas, le déphasage n'est donc pas une valeur significative.

L'inertie représente la capacité de la paroi à accumuler de la chaleur par sa surface intérieure.

Pour favoriser le confort d'été, on préférera le 100% ou 50% coulage intérieur qui offrent une meilleure inertie.

#### b. Ponts thermiques intégrés (brides double ossature)

Les brides entre les deux ossatures se font couramment de 2 manières : avec des tasseaux ou des feuillards métalliques. Elles sont insérées entre chaque niveau de bottes dans chaque couple de montants.


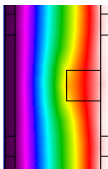
|  | Schéma | $\chi$<br>[W/K] | Nombre / m² | $\Delta U$<br>[W/m²/K] |
|--|--------|-----------------|-------------|------------------------|
| <b>MpeG.1</b><br>Feuillard perforé<br>17x0,8 mm<br>avec vis 5x45 |        | 0,00014         | 3,7         | 0,0005                 |
| <b>MpeG.2</b><br>Tasseau<br>20x30 mm                             |        | 0,00022         | 3,7         | 0,0008                 |

Les 2 solutions de brides ont un coefficient de transmission ponctuel très faible.

L'impact est inférieur à 1% du coefficient de transmission de la paroi.

## 2. PG : Poteau dans mur extérieur GREB

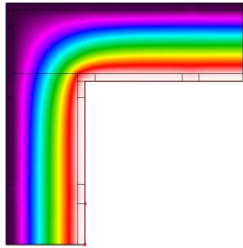
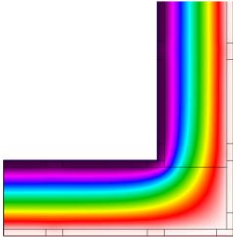
Le technique du GREB propose une alternative aux ossatures poteaux-poutres : la colonne d'appui.

|  | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--|---|------------------|
| <b>PG.1</b><br>Colonne d'appui             |  | 0,008            |
| <b>PG.2</b><br>Poteau 15x15<br>dans le mur |  | 0,008            |

Les 2 solutions de poteaux sont équivalentes d'un point de vue thermique.

Elles ne créent pas de pont thermique significatif dans le mur.

### 3. OBG2 : Jonction mur extérieur – mur extérieur

|                                | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--------------------------------|---|------------------|
| <b>OBG2s</b><br>Angle sortant  |  | 0,052            |
| <b>OBG2r</b><br>Angle rentrant |  | 0,056            |

La technique du GREB permet une continuité de l'isolant dans les angles de murs. Le pont thermique ici calculé est la conséquence de la différence de linéaire entre paroi intérieure et paroi extérieure calculée selon la réglementation française.



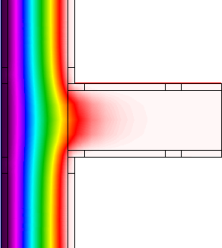
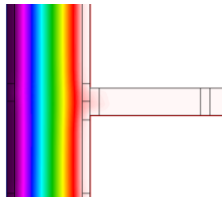
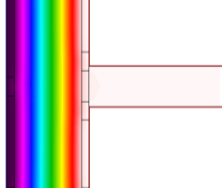
## 4. OBG3 : Jonction mur extérieur – mur intérieur

Dans un bâtiment en paille construit selon la technique du GREB, les murs de refend ont une fonction soit structurelle, soit d'isolation entre local chauffé et non chauffé, soit d'apport d'inertie.

Trois types de murs de refend sont décrits ici :

- Un refend à double ossature type GREB
- Un refend à ossature bois avec montants 45x95 mm
- Un refend maçonné (briques terre crue, terre cuite, blocs creux ou pleins...)

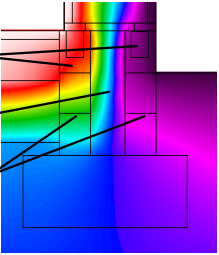
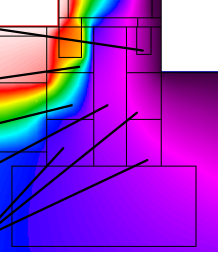
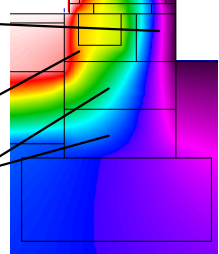
Les calculs sont réalisés avec la terre crue car c'est le cas le plus défavorable.

|  | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--|---|------------------|
| <b>OBG3.1</b><br>Refend GREB             |    | -0,011           |
| <b>OBG3.2</b><br>Refend<br>Ossature Bois |   | -0,001           |
| <b>OBG3.3</b><br>Refend maçonné          |  | -0,001           |

La technique du GREB permet une continuité de l'isolant dans les liaisons avec les murs de refend. Avec les normes de calculs françaises, les coefficients de ponts thermiques calculés sont négatifs, donc pas d'impact sur le bilan thermique du mur.

## 5. OBG4.TPe : Jonction plancher Terre-Plein – mur extérieur

### a. Choix du soubassement et du dallage

| Soubassement  | $\psi$ [W/(m.K)]   |  |                               |      |
|---|--|--|-------------------------------|------|
|   | Isolant sous dalle ou Empierrement isolant   | Isolation sous chape ou sous revêtement (parquet, sol souple...) | Dalle isolante <sup>(1)</sup> |      |
|  <p>2 Parpaings de chaînage<br/>Gravier ou Isolant<br/>4 Parpaings creux</p>   | <b>OBG4.TPe.1</b><br>Non isolant :<br>Parpaing 15 cm<br>Gravier<br>Parpaing 15 cm                  | 0,51 <sup>(3)</sup>  | 0,39                          | 0,42 |
|   | <b>OBG4.TPe.2</b><br>Parpaing 15 cm<br>Isolant <sup>(2)</sup><br>Parpaing 15 cm                    | 0,20   | 0,23                          | 0,20 |
|  <p>1 Parpaing de chaînage<br/>1 Bloc isolant de chaînage<br/>1 Bloc isolant<br/>Gravier ou Isolant<br/>3 Parpaings creux</p> | <b>OBG4.TPe.3</b><br>Parpaing 15 cm<br>Gravier<br>Bloc isolant 20 cm                               | 0,23   | 0,24                          | 0,25 |
|   | <b>OBG4.TPe.4</b><br>Parpaing 15 cm<br>Isolant <sup>(2)</sup><br>Bloc isolant 20 cm                | 0,12   | 0,15                          | 0,15 |
|  <p>1 Bloc Isolant<br/>1 Bloc isolant de chaînage<br/>2 Blocs maçonné isolants</p>   | <b>OBG4.TPe.5</b><br>Bloc maçonnerie isolant<br>(Béton cellulaire, Brique creuse, Pierre ponce...) | 0,11   | 0,11                          | 0,12 |

(1) Est ici considérée comme dalle isolante tout mortier constitué d'agrégats isolants dont la résistance thermique R calculée est supérieure à 0,5.

(2) Dans ce cas, l'isolant est un matériau en vrac inséré entre les 2 rangées de blocs de soubassement.

Impact de la conductivité thermique  $\lambda$  de l'isolant sur la valeur du  $\Psi$  :

| Isolants            | Liège, Perlite | Vermiculite | Mousse de verre<br>Argile expansé | Schiste expansé | Pierre ponce,<br>pouzzolane |
|---------------------|----------------|-------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| $\lambda$ [W/(m.K)] | < 0,06         | 0,06 à 0,08 | 0,08 à 0,10                       | 0,10 à 0,12     | > 0,12                      |
| $\Delta \Psi$       | - 0,02         | - 0,01      | 0                                 | + 0,02          | + 0,04                      |

(3) Dans ce cas uniquement, l'épaisseur de la dalle a une influence sur la valeur du  $\Psi$  :

|               |        |        |       |
|---------------|--------|--------|-------|
| ep. dalle     | 10 cm  | 15 cm  | 20 cm |
| $\Delta \Psi$ | - 0,05 | - 0,02 | 0     |

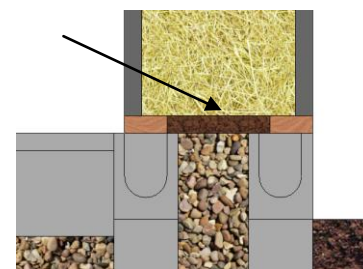
Quel que soit le type de dallage, c'est principalement le type de soubassement qui a une influence sur le pont thermique du plancher. Il est conseillé d'isoler à minima le vide entre les 2 rangées de parpaings. Le recours à des blocs isolants voire monoblocs permet d'optimiser la performance thermique.

## b. Lisse basse

Le lit de mortier GREB entre la double ossature de la lisse basse peut être remplacé par un mortier plus allégé ou par un isolant imputrescible type liège expansé.

Impact de la conductivité  $\lambda$  du remplissage en lisse basse :

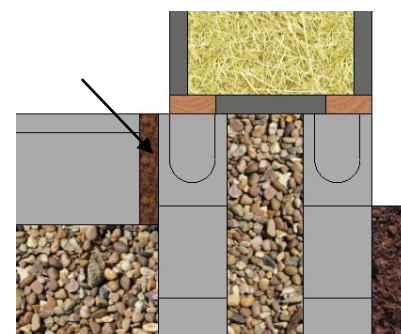
| Matériau            | Mortier GREB | Mortier allégé | Liège       |
|---------------------|--------------|----------------|-------------|
| $\lambda$ [W/(m.K)] | 0,31         | 0,10 à 0,20    | $\leq 0,05$ |
| $\Delta \Psi$       | 0            | - 0,01         | - 0,02      |



## c. Isolant périphérique

On s'intéresse ici à l'impact de l'ajout d'un isolant périphérique (plaques de liège expansé par exemple) entre le soubassement et le complexe dalle-chape.

Les calculs révèlent que cette solution a un impact uniquement pour les soubassements non isolés (2 rangées de parpaing et remplissage gravier).



| Soubassement   | Dallage   | Epaisseur isolant périphérique [cm] |      |          |
|--|---|-------------------------------------|------|----------|
|  |   | 0                                   | 2    | $\geq 4$ |
| Non isolant :<br>Parpaing 15 cm<br>Gravier<br>Parpaing 15 cm | Isolant sous dalle<br>ou<br>Empierrement<br>isolant | 0,51 <sup>(3)</sup>                 | 0,42 | 0,40     |
| Autre  |   | Impact négligeable                  |      |          |

L'impact thermique de l'isolation périphérique du complexe dalle-chape est assez faible.

Il est préférable d'isoler le soubassement avec une autre solution présentée dans ce documenta.

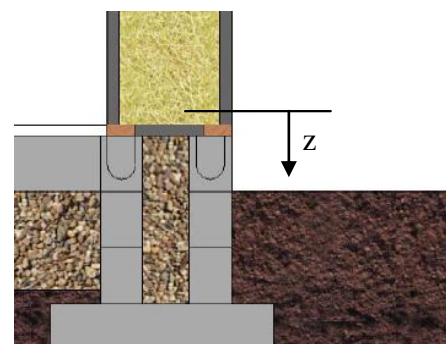
## d. Niveau du sol extérieur

La différence  $z$  entre le niveau du sol extérieur et le sol fini intérieur a une influence sur le coefficient de transmission de pont thermique.

Pour protéger la paille, cette distance doit être d'au moins 20 cm.

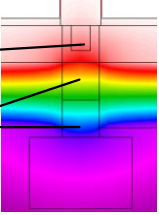
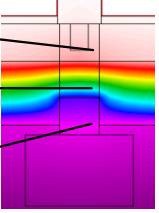
Impact de la hauteur  $z$  :

| $z$ [m]              | 0,20 | 0,35 | 0,50 |
|----------------------|------|------|------|
| $\Delta \Psi / \Psi$ | 0    | + 4% | + 8% |



## 6. OBG4.TPi : Jonction plancher Terre-Plein – mur intérieur

Les murs de refend nécessitent une fondation pour être portés. Un pont thermique est inévitablement créé. Les calculs ont été réalisés avec des refends maçonnés en briques de terre crue, cas le plus défavorable.

| Soubassement   |   | Isolant périphérique | $\psi$ [W/(m.K)]  |  |
|--|---|----------------------|---|--|
|  |   |                      | Isolant sous dalle ou Empierrement isolant ou Dalle isolante <sup>(1)</sup> | Isolation sous chape ou sous revêtement (parquet, sol souple...) |
|  <p>1 Parpaing de chaînage<br/>2 Parpaings creux</p>                    | <p><b>OBG4.TPi.1</b><br/>Non isolant :<br/>Parpaing 20 cm</p> | Non                  | 0,19  | 0,23   |
|  |   | 2cm                  | 0,17  | Inutile  |
|  |   | ≥ 4cm                | 0,16  |  |
|  <p>1 Parpaing de chaînage<br/>1 Bloc isolant<br/>1 Parpaing creux</p> | <p><b>OBG4.TPi.2</b><br/>Bloc isolant<br/>20 cm</p>           | Non                  | 0,06  | 0,14   |

(1) Est ici considérée comme dalle isolante tout mortier constitué d'agrégats isolants dont la résistance thermique R calculée est supérieure à 0,5.

Le pont thermique est assez significatif si il n'est pas traité.

L'isolation périphérique (voir description au § 5.c.c) n'apporte qu'un intérêt minime, et uniquement dans le cas d'un soubassement non isolant.

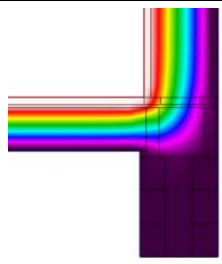
Il suffit d'une seule rangée de blocs isolants (sous le chaînage) pour améliorer nettement cette liaison.

## 7. OBG4.VSe : Jonction plancher Vide-Sanitaire – mur extérieur

### a. Dalle bois sur semelle filante

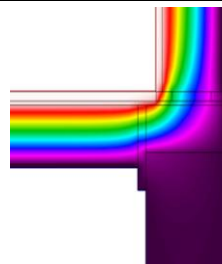
La dalle bois sur semelle filante offre une isolation performante au-dessus du soubassement jusqu'au nu extérieur du mur. Il est alors inutile de prévoir une isolation du soubassement. Deux rangées de parpaings sans remplissage suffisent.

Les entretoises nécessaires à la structure de la dalle bois sont prises en compte dans le calcul du pont thermique.

|   | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|---|---|------------------|
| <b>OBG4.VSe.1</b><br>Dalle bois sur semelle filante |  | 0,06             |

### b. Dalle bois sur plots béton

La mise en œuvre d'une dalle bois sur plots béton nécessite l'utilisation de traverses de grosse section, et donc l'impossibilité d'isoler le plancher dans l'épaisseur du mur.

|   | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|---|---|------------------|
| <b>OBG4.VSe.2</b><br>Dalle bois sur plots béton |  | 0,19             |

### c. Lisse basse

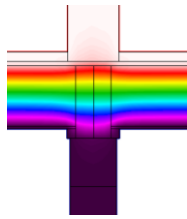
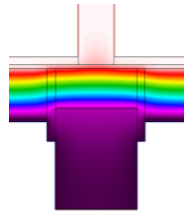
Le lit de mortier GREB entre la double ossature de la lisse basse peut être remplacé par un mortier plus allégé ou par un isolant imputrescible type liège expansé.

Impact de la conductivité  $\lambda$  du remplissage en lisse basse :

| Matériau            | Mortier GREB | Mortier allégé | Liège       |
|---------------------|--------------|----------------|-------------|
| $\lambda$ [W/(m.K)] | 0,31         | 0,10 à 0,20    | $\leq 0,05$ |
| $\Delta \psi$       | 0            | -0,005         | -0,01       |

## 8. OBG4.VSi : Jonction plancher Vide-Sanitaire – mur intérieur

Les murs de refend nécessitent une fondation pour être portés. Un pont thermique est inévitablement créé. Les calculs ont été réalisés avec des refends maçonnés en briques de terre crue, cas le plus défavorable.

|  | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--|---|------------------|
| <b>OBG4.VSi.1</b><br>Dalle bois sur<br>semelle filante |  | 0,08             |
| <b>OBG4.VSi.2</b><br>Dalle bois sur<br>plots béton     |  | 0,28             |

Comme pour la jonction avec le mur extérieur, le pont thermique est plus important lorsque la dalle est portée par des plots béton.

## 9. OBG5 : Jonction plancher intermédiaire – mur extérieur

Pour les ponts thermiques de plancher intermédiaire, on distingue la déperdition pour l'étage supérieur  $\psi_1$  et celle pour l'étage inférieur  $\psi_2$ .

Dans les calculs pour les planchers intermédiaires, on distingue 2 types de planchers :

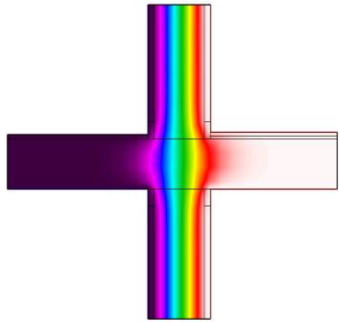
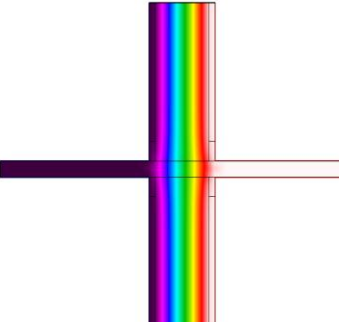
- Plancher bois sur solives 45x300 mm avec isolation acoustique 20 mm.
- Plancher en CLT (bois lamellé croisé) 80 mm

Les entretoises nécessaires à la structure du plancher sur solives sont prises en compte dans les calculs.

|  | Schéma | $\psi_1$<br>$\psi_2$ [W/(m.K)]     |
|--|--------|------------------------------------|
| <p><b>OBG5.1</b><br/>Plancher sur solives posé sur mur</p>     |        | $\psi_1 = 0,01$<br>$\psi_2 = 0,01$ |
| <p><b>OBG5.2</b><br/>Plancher sur solives en muraillère</p>    |        | $\psi_1 = 0,02$<br>$\psi_2 = 0,00$ |
| <p><b>OBG5.3</b><br/>Plancher en CLT (bois lamellé croisé)</p> |        | $\psi_1 = 0,02$<br>$\psi_2 = 0,02$ |

Toutes les solutions présentées en plancher intermédiaire bois ont de bonnes performances thermiques.

## 10.OBG5b : Jonction plancher intermédiaire avec balcon – mur extérieur

|   | Schéma   | $\psi_1$ [W/(m.K)]<br>$\psi_2$     |
|---|--|------------------------------------|
| <p><b>OBG5b.1</b><br/>Balcon à solives débordantes</p>        |   | $\psi_1 = 0,01$<br>$\psi_2 = 0,01$ |
| <p><b>OBG5b.2</b><br/>Balcon en CLT (bois lamellé croisé)</p> |  | $\psi_1 = 0,02$<br>$\psi_2 = 0,02$ |

Les performances thermiques sont équivalentes à celles d'un plancher intermédiaire sans balcon ou casquette.



## 11. OBG6 : Jonction plancher haut – mur extérieur

Les planchers hauts sont soit des plafonds sous combles perdus, soit des toitures terrasses.

Dans les calculs pour les plafonds sous combles, on distingue 2 types de charpente :

### Charpente traditionnelle

Plafond suspendu sous solives 80 x 225 mm

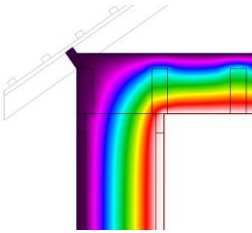
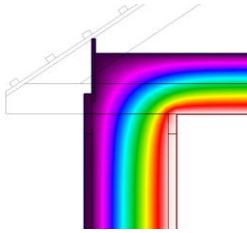
Isolation 300 mm en vrac ou en panneaux

### Charpente en fermettes

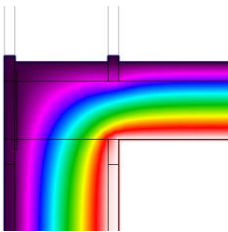
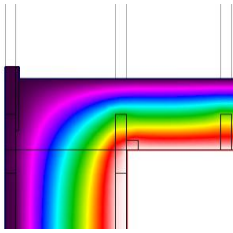
Fermettes de section 40 x 150 mm

Isolation 300 mm en vrac ou en panneaux

### a. Bas de pente (combles)

|   | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|---|---|------------------|
| <b>OBG6.1.1</b><br>Charpente traditionnelle |   | 0,05             |
| <b>OBG6.1.2</b><br>Charpente en fermettes   |  | 0,04             |

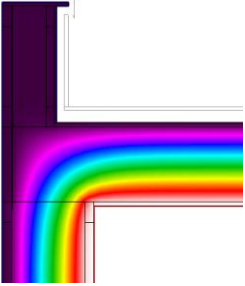
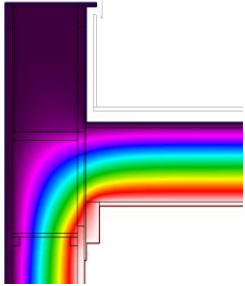
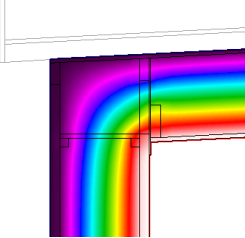
### b. Pignon (combles)

|   | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|---|---|------------------|
| <b>OBG6.2.1</b><br>Charpente traditionnelle |  | 0,06             |
| <b>OBG6.2.2</b><br>Charpente en fermettes   |  | 0,05             |

En bas de pente comme en pignon, les 2 types de charpente proposés ont de bonnes performances thermiques.

### c. Toiture Terrasse

Les valeurs sont calculées pour une ossature en chevrons porteurs 45x360 mm, ou poutre en I, poutre en H...

|  | Schéma   | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--|--|------------------|
| <b>OBG6.3.1</b><br>Toiture posée sur mur                     |   | 0,04             |
| <b>OBG6.3.2</b><br>Toiture en muraillère                     |   | 0,04             |
| <b>OBG6.3.3</b><br>Toiture en muraillère avec débord de toit |  | 0,05             |

Toutes les solutions présentées ont de bonnes performances thermiques.

## 12. OBG7 : Jonction toiture inclinée – mur extérieur

Les ponts thermiques intégrés aux toitures inclinées sont équivalents à ceux décrits dans le catalogue des ponts thermiques de parois isolées en paille du RFCP de 2012.

Dans les calculs pour les plafonds rampants isolés, on distingue 2 types de charpente :

### Charpente à chevrons arbalétriers

Chevrons porteurs massifs 45 x 360 mm, ou poutre en I, poutre en H...

Isolation 360mm (botte de paille ou isolant en vrac), pare pluie isolant 22 mm.

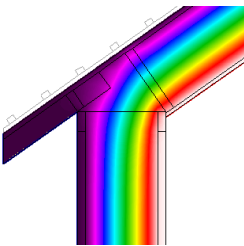
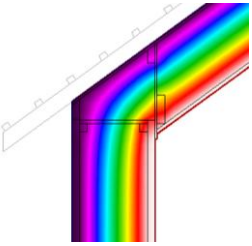
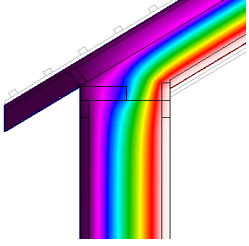
### Charpente traditionnelle

Chevrons 40 x 100 mm, Pannes 80 x 225 mm, Ossature plafond et suspentes en bois.

Isolation 360 mm (isolant en vrac ou en panneaux), pare pluie isolant 22 mm.

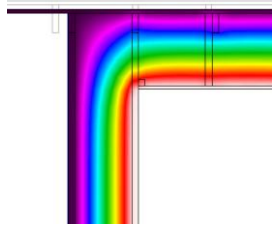

Les entretoises nécessaires à la structure du plancher sont prises en compte dans le calcul du pont thermique.

### a. Bas de pente

|  | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--|---|------------------|
| <b>OBG7.1.1</b><br>Chevrons arbalétriers posés sur mur |   | 0,03             |
| <b>OBG7.1.2</b><br>Chevrons arbalétriers en muraille   |  | 0,04             |
| <b>OBG7.1.3</b><br>Charpente traditionnelle            |  | 0,02             |

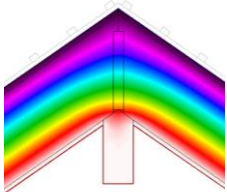
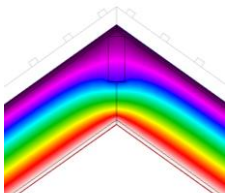
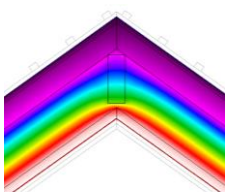
Toutes les solutions présentées ont de bonnes performances thermiques.

## b. Pignon

|   | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|---|---|------------------|
| <b>OBG7.2.1</b><br>Chevrons arbalétriers    |  | 0,05             |
| <b>OBG7.2.2</b><br>Charpente traditionnelle |  | 0,05             |

Dans les 2 cas, le mur en paille continuant jusqu'au pare-pluie assure une bonne isolation pour cette liaison.

## c. Faîtage

|  | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|--|---|------------------|
| <b>OBG7.3.1</b><br>Chevrons arbalétriers posés sur faîtière      |  | 0,02             |
| <b>OBG7.3.2</b><br>Chevrons arbalétriers appuyés contre faîtière |  | 0,02             |
| <b>OBG7.3.3</b><br>Charpente traditionnelle                      |  | 0,02             |

Toutes les solutions présentées ont de bonnes performances thermiques.

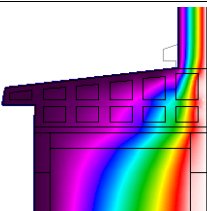
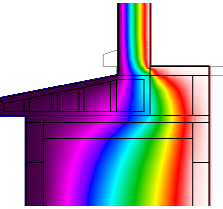
## 13. OBG8 : Jonction menuiserie – mur extérieur

Pour tous les cas de détails de menuiseries, on distingue un remplissage de l'ossature du mur, soit avec du mortier GREB, soit avec de la laine de bois + plaque OSB.

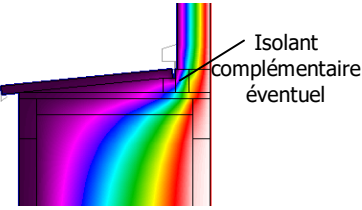
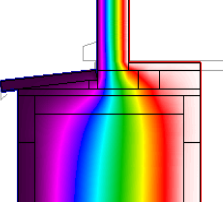
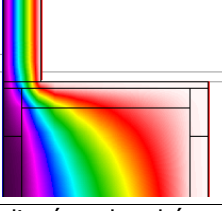
### a. Appui

#### Appui en brique creuse

Certains fabricants d'appuis peuvent fournir des valeurs de coefficients de ponts thermiques certifiés, qui se substitueront aux valeurs ci-dessous.

| Position                             | Schéma   | $\psi$ [W/(m.K)] |               |
|--------------------------------------|--|------------------|---------------|
|                                      |  | Mortier GREB     | Laine de bois |
| <b>OBG8.1.1</b><br>Nu intérieur      |   | 0,32             | 0,29          |
| <b>OBG8.1.2</b><br>Milieu de tableau |  | 0,19             | 0,17          |

#### Appui en bois et zinc

| Position                             | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)]            |                             |
|--------------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
|                                      |   | Mortier GREB                | Laine de bois               |
| <b>OBG8.1.3</b><br>Nu intérieur      |  | 0,17<br>0,10 <sup>(1)</sup> | 0,13<br>0,06 <sup>(1)</sup> |
| <b>OBG8.1.4</b><br>Milieu de tableau |  | 0,13                        | 0,10                        |
| <b>OBG8.1.5</b><br>Nu extérieur      |  | 0,16                        | 0,03                        |

<sup>(1)</sup> avec isolant complémentaire tel qu'indiqué sur le schéma

Les appuis en bois et zinc offrent globalement de meilleures performances. Il est conseillé de remplacer le mortier par de la laine de bois sous les appuis de fenêtres.

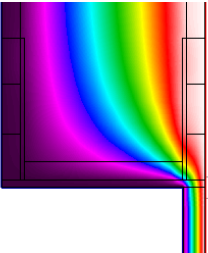
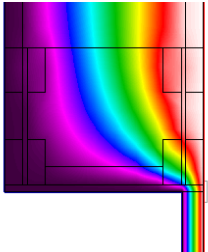
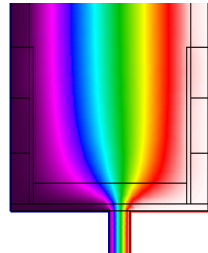
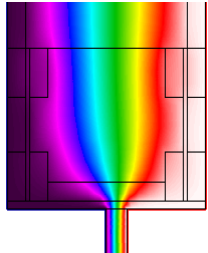
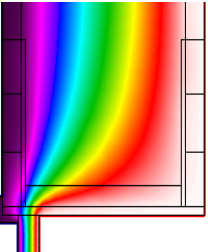
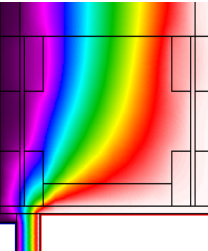
## b. Tableau

| Position   | Schéma | $\psi$ [W/(m.K)] |               |
|--|--------|------------------|---------------|
|  |        | Mortier GREB     | Laine de bois |
| <b>OBG8.2.1</b><br>Nu<br>intérieur                                   |        | 0,17             | 0,16          |
| <b>OBG8.2.2</b><br>Milieu de<br>tableau                              |        | 0,28             | 0,05          |
| <b>OBG8.2.3</b><br>Milieu de<br>tableau<br>avec<br>ébrasement<br>45° |        | 0,11             | 0,13          |
| <b>OBG8.2.4</b><br>Nu<br>extérieur                                   |        | 0,05             | 0,11          |
| <b>OBG8.2.5</b><br>Nu<br>extérieur<br>avec<br>ébrasement<br>30°      |        | 0,07             | 0,07          |

Il est conseillé de remplacer le mortier par de la laine de bois dans les tableaux de fenêtres, malgré de rares cas où le mortier est plus isolant. En effet l'absence de plaque d'OSB par dessus le mortier est défavorable à l'étanchéité à l'air des menuiseries.

Même si le coefficient de pont thermique est parfois plus défavorable, l'ébrasement permet une meilleure pénétration de la lumière dans le bâtiment, augmentant ainsi les apports solaires en hiver.

### c. Linteau

| Position  | Schéma  | $\psi$ [W/(m.K)] |
|---|---|------------------|
| <b>OBG8.3.1</b><br>Nu intérieur<br>Linteau classique      |    | 0,11             |
| <b>OBG8.3.2</b><br>Nu intérieur<br>Linteau renforcé       |    | 0,12             |
| <b>OBG8.3.3</b><br>Milieu de tableau<br>Linteau classique |   | 0,07             |
| <b>OBG8.3.4</b><br>Milieu de tableau<br>Linteau renforcé  |  | 0,07             |
| <b>OBG8.3.5</b><br>Nu extérieur<br>Linteau classique      |  | 0,08             |
| <b>OBG8.3.6</b><br>Nu extérieur<br>Linteau renforcé       |  | 0,14             |

Les linteaux renforcés ne sont défavorables que dans le cas de menuiseries positionnées au nu extérieur.

En considérant l'ensemble de la menuiserie (appui, tableau et linteau), le positionnement au nu intérieur est le moins performant thermiquement. Il est conseillé un positionnement au nu extérieur ou en milieu de tableau.