Centre d'Études et
de Recherches
de l'Industrie du Béton

1 rue des Longs Réages
CS 10010
28233 ÉPERNON CEDEX
FRANCE

CONSULTATION TECHNOLOGIQUE

RAPPORT

Demandeur : **PERIN & Cie/TPM**
102 rue de Vannes
35600 REDON

Objet : Détermination de coefficients de ponts thermiques à la jonction entre un plancher bas et une façade isolée par l'intérieur, réalisée en blocs en béton de granulats courants, ou blocs en béton de granulats légers EASYTHERM, associée à une planelle isolante THERMORIVE.

DPM/TAA/JP/CDE-CT n° 2080/13
Épernon, le 9 janvier 2014

1. OBJECTIF

Dans une première partie, il s'agit de déterminer les coefficients de déperditions thermiques linéiques ψ de ponts thermiques à la jonction entre des planchers et des façades isolées par l'intérieur en fonction :

- ***de la nature du plancher :***
  - plancher sur vide sanitaire : entrevous PSE plein Up 33, Up 27, Up 23, Up 19 ou Up 15.

- ***de la localisation du pont thermique :***
  - périphérique longitudinale ;
  - périphérique transversale ;
  - au niveau du refend sur vide sanitaire.

- ***du type de maçonnerie en façade :***
  - blocs de 20 cm d'épaisseur en béton d'ardoise expansée et montés à joints minces (bloc « EASYTHERM ») ;
  - blocs de 20 cm d'épaisseur en béton de granulats courants et montés à joints mince.

- ***de la première rangée de la façade ou du dernier rang du soubassement :***
  - blocs de 20 cm d'épaisseur en béton d'ardoise expansée et montés à joints minces (bloc « EASYTHERM ») ;
  - blocs de 20 cm d'épaisseur en béton de granulats courants et montés à joints mince.

Dans une deuxième partie, les déperditions pour un plancher particulier sont calculées. Elles prennent en compte :

- Les déperditions via le plancher sur vide sanitaire ;
- Les déperditions via les ponts thermiques périphériques ;
- Les déperditions via le pont thermique de refend.

2. HYPOTHÈSES DE CALCUL

Étape 1 : Calculs des ponts thermiques

Les calculs sont réalisés conformément aux règles Th-U et aux normes NF EN ISO 6946 et NF EN ISO 10211 avec les hypothèses suivantes.

Plusieurs schémas explicatifs, détaillant les différents cas étudiés, sont présentés en annexe 1.

Pour les calculs de ponts thermiques sur refend de vide sanitaire, deux cas sont étudiés :

- La situation sans traitement correspond à un soubassement réalisé entièrement en blocs en béton de granulats courants ;

- Le traitement A correspond à un refend réalisé en blocs en béton de granulats courants, sauf pour la dernière rangée du soubassement, réalisée en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM.

Pour les calculs de ponts thermiques périphériques, quatre cas sont étudiés. Pour chaque cas, la façade peut être réalisée en blocs de béton de granulats courants ou en blocs de béton de granulats légers EASYTHERM.

- La situation sans traitement correspond à une maçonnerie de refend réalisée entièrement en blocs en béton de granulats courants. La maçonnerie de la façade est réalisée entièrement soit en blocs en béton de granulats courants, soit en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM.

- Le traitement B met en place des blocs en béton de granulats légers EASYTHERM pour la première rangée maçonnée de la façade. Le soubassement est réalisé entièrement en blocs en béton de granulats courants. Lorsque la façade est réalisée en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM, ce traitement revient à une situation sans traitement.

- Le traitement C met en place des blocs en béton de granulats légers EASYTHERM pour la dernière rangée maçonnée du soubassement. Les rangs inférieurs sont réalisés en blocs en béton de granulats courants. La façade est réalisée en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM ou courants selon le cas étudié.

- Le traitement B + C met en place des blocs en béton de granulats légers EASYTHERM pour la dernière rangée du soubassement et la première rangée de la façade. Le reste du soubassement est réalisé en blocs en béton de granulats courants. Le reste de la façade peut être réalisé en blocs en béton de granulats courants ou légers EASYTHERM. Lorsque le reste de la façade est réalisée en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM, ce traitement correspond à un traitement C.

Lorsqu'un traitement B, C ou B+C est appliqué, le traitement A, c'est-à-dire la mise en œuvre de blocs EASYTHERM pour la dernière rangée du soubassement de refend, est toujours réalisé.

Hypothèses géométriques :

Les plans des différents produits pris en compte dans le cadre de cette étude sont rassemblés en annexe :

- Blocs en béton de granulats légers EASYTHERM : Annexe 2 ;
- Planelle THERMORIVE : Annexe 3.

En complément, les dimensions suivantes ont été retenues :

- Épaisseur de façade et de soubassements : 200 mm ;
- Épaisseur de l'enduit extérieur : 15 mm ;
- Hauteur de la dalle de compression en béton plein : 50 mm au-dessus des entrevous PSE ;
- L'épaisseur des languettes pour les entrevous Up15 est de 175 mm, pour les entrevous Up 19 de 125 mm, pour les entrevous Up 23 de 104 mm, pour les entrevous Up 27 de 90 mm et pour les entrevous Up 33 de 77 mm ;
- Entraxe poutrelles de 600 mm ;
- Largeur des talons de poutrelles : 100 mm ;
- Isolation de façade par l'intérieur avec doublage Th32 100 + 10 ;
- Appui de 20 mm des entrevous PSE sur le mur de façade pour les liaisons longitudinales et transversales ;
- Montage à joints minces de la maçonnerie (blocs et planelles) sauf à la reprise de maçonnerie au-dessus du plancher avec réalisation d'un mortier d'arase allégé d'épaisseur 10 mm ;
- La façade peut être réalisée en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM ou en blocs en béton de granulats courants ;
- Le soubassement, sauf indication contraire sur la dernière rangée, est réalisé en blocs en béton de granulats courants ;
- En périphérie de plancher, la planelle THERMORIVE est toujours mise en œuvre.

Note : pour ces calculs de ponts thermiques, les planelles ainsi que la rangée de blocs située immédiatement au-dessus et au-dessous du chaînage du plancher ont été intégralement modélisées (parois, volumes d'air, matériau isolant…). La valeur de la résistance thermique de la planelle n'est donc pas une donnée d'entrée.

Hypothèses thermiques :

Désignation	λ_{utile} en W/(m.K)	Remarques
Enduit extérieur	1,35	Valeur par défaut Th-U
Béton plein de granulats courants (chaînages, dalles de compression…)	2,00	Valeur par défaut Th-U
Béton de granulats courants pour maçonnerie (bloc)	1,65	Valeur par défaut Th-U
Béton d'ardoise expansée pour maçonnerie (bloc EASYTHERM, planelle THERMORIVE)	0,214	λ_{sec} = 0.198 W/(m.K) (valeur issue de l'essai à la plaque chaude gardée)
Isolant planelle THERMORIVE	0,030	Valeur fournie par le demandeur
Mortier d'arase sur plancher	0,47	Valeur fournie par le demandeur
Isolant de façade	0,032	Valeur moyenne couramment rencontrée
Plaque de plâtre	0,25	Valeur par défaut Th-U
Entrevous PSE	0,036	Valeur moyenne couramment rencontrée
Sol, terre	2,00	Valeur par défaut Th-U

Tableau de conductivité thermique utile

Étape 2 : Calculs des déperditions via un plancher

Méthode de calcul :

Le coefficient D représente les déperditions via le plancher sur vide sanitaire, les ponts thermiques des refends et les ponts thermiques périphériques ramenées à 1 m² de surface de plancher, pour 1° C d'écart entre l'extérieur et l'intérieur. Il prend en compte la réduction de déperdition lié au vide sanitaire. Il est donc calculé comme suit :

$$D_{total} = D_{plancher} + D_{pt_per} + D_{refend}$$

Avec :

$D_{plancher}$: Déperditions via le plancher sur vide sanitaire (U_e du plancher sans prise en compte des déperditions via le refend) exprimé en W/(m².K).

D_{pt_per} : Déperditions via ponts thermiques périphériques ramenés à 1 m² de paroi (en W/(m².K). D_{pt_per} est calculé comme suit :

$$D_{pt_per} = \frac{\Psi_{trans} * l_{trans} + \Psi_{long} * l_{long}}{S_{plancher}}$$

Avec :

Ψ_{trans} : Coefficient de déperditions linéiques transversal de plancher en W/(m.K) ;

Ψ_{long} : Coefficient de déperditions linéiques longitudinal de plancher en W/(m.K) ;

l_{trans} : Longueur du pont thermique linéique transversale de plancher en m ;

l_{long} : Longueur du pont thermique linéique longitudinale de plancher en m ;

$S_{plancher}$: Surface du plancher en m².

D_{refend} : Déperditions via le pont thermique de refend, ramené à 1 m² de paroi exprimé en W/(m².K). D_{ref} peut être calculé comme suit :

$$D_{refend} = U_{e_ac_ref} - U_{e_ss_ref}$$

Avec :

$U_{e_ss_ref}$: Ue du plancher sans prise en compte du pont thermique de refend exprimé en W/(m².K) ;

$U_{e_ac_ref}$: Ue du plancher avec prise en compte du pont thermique de refend exprimé en W/(m².K).

Le coefficient D s'exprime en W/(m².K). Il n'a aucune valeur réglementaire et permet juste la comparaison entre les différents systèmes proposés.

Hypothèses de calculs :

Les calculs seront menés pour les quatre types de planchers décrits précédemment, les deux types de façades décrites dans la première partie et les différents traitements de ponts thermiques décrits dans la première partie.

Les coefficients de déperditions linéiques longitudinaux et transversaux d'une paroi maçonnée en blocs en béton de granulats courants, avec la planelle THERMORIVE sont extraits du rapport CERIB CT 2010-v2/13. Les valeurs sont rappelées ci-dessous :

Ψ_{trans} = 0,36 W/(m.K)
Ψ_{long} = 0,29 W/(m.K)

Les coefficients de déperditions linéiques longitudinaux et transversaux d'une paroi maçonnée en blocs en béton de granulats courants ou en blocs EASYTHERM, sans la planelle THERMORIVE sont extraits du fascicule 4 des règles Th-U. Les valeurs sont données dans le tableau suivant :

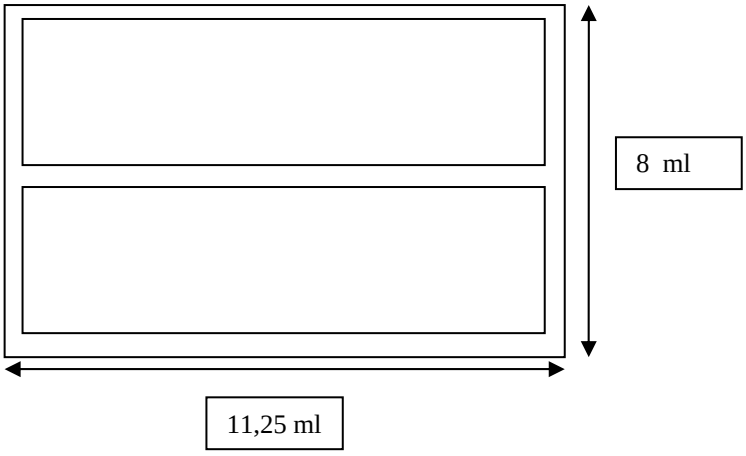
Type de maçonnerie en façade	Coefficient de déperdition linéique moyen (W/(m.K))
Blocs de granulats courants	0,48
Blocs de granulats légers EASYTHERM	0,41

Les calculs de Ue de plancher sont réalisés conformément à la norme NF EN ISO 13370.

Les hypothèses suivantes pour le calcul du Ue de plancher sont prises :

- Hauteur moyenne de la face supérieure du plancher au-dessus du sol extérieur : 0,40 m ;
- Hauteur moyenne de la face supérieure du plancher au-dessus du sol du VS : 1 m ;
- Aire des ouvertures de ventilation : 0,064 m² ;
- Vitesse moyenne de vent à 10 m de hauteur : 4 m/s ;
- Situation : moyenne (banlieue) ;
- Nature du sol : sable ou gravier.

Le plancher étudié possède les caractéristiques géométriques en dimension intérieure suivantes :



La surface de plancher est donc de 90 m², le périmètre de 38,5 m. La longueur de refend est de 11,25 m, la longueur de liaison périphérique transversale de 22,5 m et la longueur de liaison périphérique longitudinale de 16 m.

3. RÉSULTATS

Partie 1 : Coefficients de déperditions linéiques

Les coefficients de déperditions linéiques périphériques, exprimés en W/(m.K), des configurations décrites précédemment, sont présentés dans les tableaux suivants en fonction de la situation (refend, périphérique transversal ou longitudinal), du type de façade mise en œuvre, du Up du plancher et du type de traitement du pont thermique :

- Coefficient de déperditions linéiques au niveau du refend

Type d'entrevous	Sans traitement	Traitement A
Entrevous Up33	0,51	0,17
Entrevous Up27	0,49	0,16
Entrevous Up23	0,47	0,15
Entrevous Up19	0,43	0,13
Entrevous Up15	0,39	0,12

- Coefficient de déperditions linéiques périphériques

  - Traitement de pont thermique B

Type de maçonnerie en façade	Blocs en béton de granulats courants			Blocs en béton de granulats légers EASYTHERM		
	Liaison transversale	Liaison longitudinale	Moyen	Liaison transversale	Liaison longitudinale	Moyen
Entrevous Up 23	0,32	0,25	0,29	0,32	0,26	0,29
Entrevous Up 15	0,32	0,26	0,29	0,32	0,26	0,30

  - Traitement de pont thermique C

Type de maçonnerie en façade	Blocs en béton de granulats courants			Blocs en béton de granulats légers EASYTHERM		
	Liaison transversale	Liaison longitudinale	Moyen	Liaison transversale	Liaison longitudinale	Moyen
Entrevous Up 23	0,31	0,26	0,29	0,25	0,21	0,24
Entrevous Up 15	0,32	0,27	0,30	0,25	0,22	0,24

o Traitement de pont thermique B + C

Type de maçonnerie en façade	Blocs en béton de granulats courants			Blocs en béton de granulats légers EASYTHERM		
	Liaison transversale	Liaison longitudinale	Moyen	Liaison transversale	Liaison longitudinale	Moyen
Entrevous Up 23	0,25	0,21	0,23	0,25	0,21	0,24
Entrevous Up 15	0,25	0,21	0,23	0,25	0,22	0,24

Note 1 : $\Psi_{moyen} = 0,6 * \Psi_{trans} + 0,4 * \Psi_{long}$

Note 2 : Compte tenu de la diminution du coefficient de déperditions linéiques pour une augmentation du Up du plancher, les valeurs de coefficients de déperditions linéiques périphériques obtenues avec un plancher Up 23 sont applicables pour des Up de planchers compris entre 0,23 et 0,36 W/(m².K). De même, pour les planchers ayant un Up compris entre 0,15 et 0,23 W/(m².K), les coefficients de déperditions linéiques périphériques peuvent être ceux du plancher Up 15.

Partie 2 : Coefficients de déperditions surfaciques D

Les coefficients de déperditions linéiques surfaciques D tels que décrit précédemment sont présentés dans les tableaux suivants en fonction du type de maçonnerie de la façade, du plancher mis en œuvre et du type de traitement de pont thermique réalisé. Les résultats sont exprimés en mW/(m².K).

Pour une solution sans traitement, la planelle mise en œuvre est de même conductivité équivalente que la maçonnerie de façade. Le soubassement est toujours réalisé en blocs de granulats courants.

Pour une solution "Planelle THERMORIVE", la planelle mise en œuvre est une planelle THERMORIVE. Le soubassement est toujours réalisé en blocs de granulats courants.

- Cas d'une façade réalisée en blocs en béton de granulats courants

		Blocs de béton de granulats courants					
Up plancher (cW/m.K)		**Sans traitement**	**Planelle THERMORIVE**	**Traitement A**	**Traitement B**	**Traitement C**	**Traitement B + C**
33	D_{pt_per}	205	142	142	124	125	100
	$D_{plancher}$	272	272	272	272	272	272
	D_{refend}	42	42	14	14	14	14
	D_{total}	**519**	**456**	**428**	**410**	**411**	**386**
27	D_{pt_per}	205	142	142	124	125	100
	$D_{plancher}$	230	230	230	230	230	230
	D_{refend}	43	43	14	14	14	14
	D_{total}	**478**	**415**	**386**	**368**	**369**	**344**
23	D_{pt_per}	205	142	142	124	125	100
	$D_{plancher}$	201	201	201	201	201	201
	D_{refend}	43	43	14	14	14	14
	D_{total}	**449**	**385**	**356**	**338**	**340**	**315**
19	D_{pt_per}	205	142	142	125	127	100
	$D_{plancher}$	169	169	169	169	169	169
	D_{refend}	41	41	13	13	13	13
	D_{total}	**415**	**352**	**324**	**307**	**309**	**282**
15	D_{pt_per}	205	142	142	125	127	100
	$D_{plancher}$	137	137	137	137	137	137
	D_{refend}	39	39	12	12	12	12
	D_{total}	**381**	**318**	**291**	**274**	**276**	**249**

- Cas d'une façade réalisée en blocs en béton de granulats légers EASYTHERM

		Blocs de béton de granulats légers EASYTHERM					
Up plancher (cW/m.K)		**Sans traitement**	**Planelle THERMORIVE**	**Traitement A**	**Traitement B**	**Traitement C**	**Traitement B + C**
33	D_{pt_per}	175	126	126	126	101	101
	$D_{plancher}$	272	272	272	272	272	272
	D_{refend}	42	42	14	14	14	14
	D_{total}	**489**	**440**	**412**	**412**	**387**	**387**
27	D_{pt_per}	175	126	126	126	101	101
	$D_{plancher}$	230	230	230	230	230	230
	D_{refend}	43	43	14	14	14	14
	D_{total}	**448**	**399**	**370**	**370**	**345**	**345**
23	D_{pt_per}	175	126	126	126	101	101
	$D_{plancher}$	201	201	201	201	201	201
	D_{refend}	43	43	14	14	14	14
	D_{total}	**419**	**369**	**340**	**340**	**316**	**316**
19	D_{pt_per}	175	127	127	127	101	101
	$D_{plancher}$	169	169	169	169	169	169
	D_{refend}	41	41	13	13	13	13
	D_{total}	**385**	**337**	**309**	**309**	**283**	**283**
15	D_{pt_per}	175	127	127	127	101	101
	$D_{plancher}$	137	137	137	137	137	137
	D_{refend}	39	39	12	12	12	12
	D_{total}	**351**	**303**	**276**	**276**	**250**	**250**

Note :
$D_{plancher}$: Déperditions via le plancher ;
D_{pt_per} : Déperditions via les ponts thermiques périphériques ;
D_{refend} : Déperditions via le pont thermique du refend ;
D : Déperditions totales du plancher.

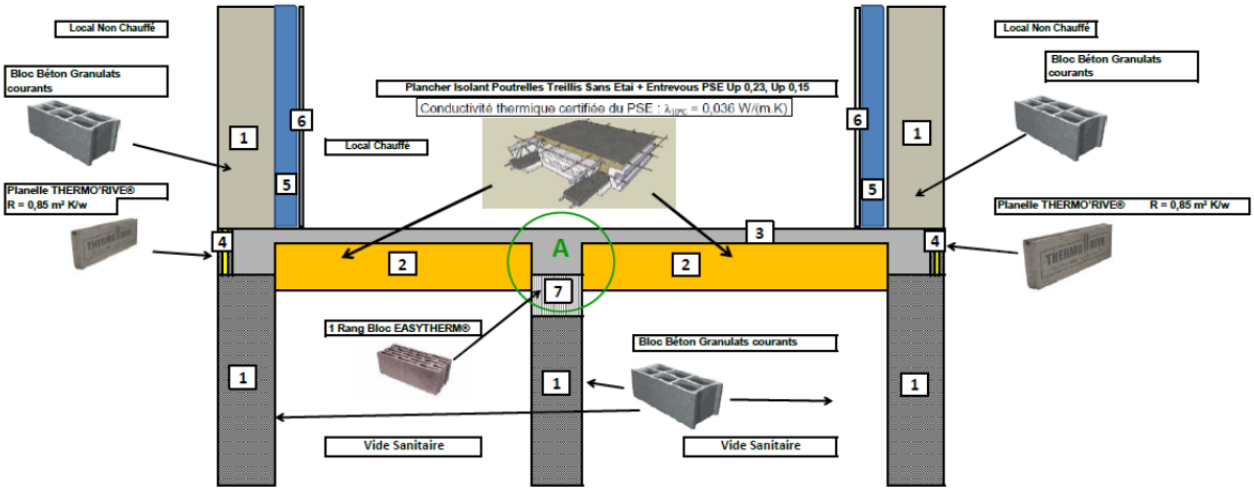
Il est rappelé que :

- *Cette étude concerne exclusivement les propriétés thermiques des configurations présentées. Elle ne vaut validation ni pour les autres domaines (mécanique, feu, acoustique…) ni pour la conception du système ou des produits.*
- *Les résultats de cette étude ont été obtenus à partir des hypothèses définies dans le présent rapport et ne peuvent pas être étendus à d'autres hypothèses.*

Julien PARC
Ingénieur Thermicien
Direction Produits Marchés

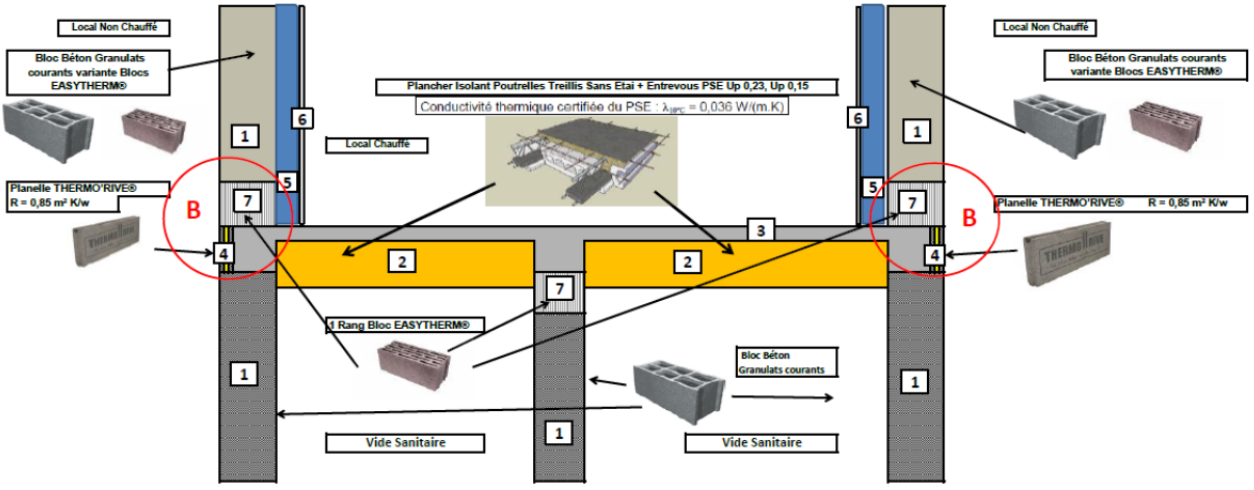
Annexe 1
Description schématique des traitements de ponts thermiques

1. Pont thermique de refend : Traitement A



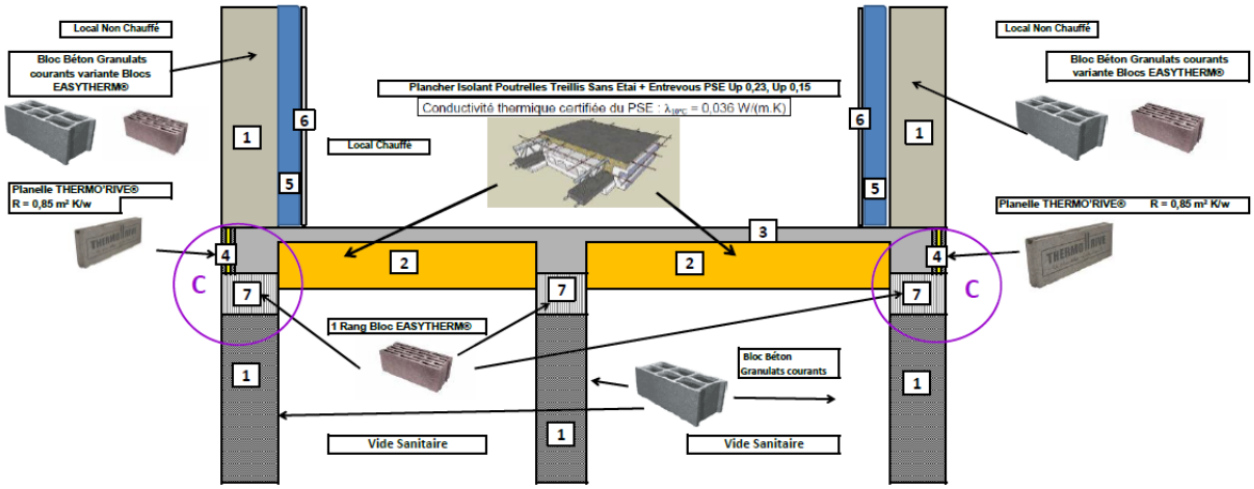
N°	Désignation de la couche	ép. cm	λ W/mK
1	Bloc Béton de Granulats Courants	20	
2	Plancher Isolant Up 0,23 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (104 mm)	10,4 + 12	0,036 (certifié)
2 Bis	Plancher Isolant Up 0,15 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (175 mm)	17,5 + 12	0,036 (certifié)
3	Dalle de compression (Béton + Treillis soudé + Chapeaux)	5	
4	Planelle THERMO'RIVE® R = 0,85	6,4	
5	Doublage PSE TH 32	10	0,032
6	Plaque de Platre	1	0,25 (valeur Th-U)
7	Bloc Bétond'ardoise expansée EASYHERM®	20	0,214

2. Pont thermique périphérique : Traitement B



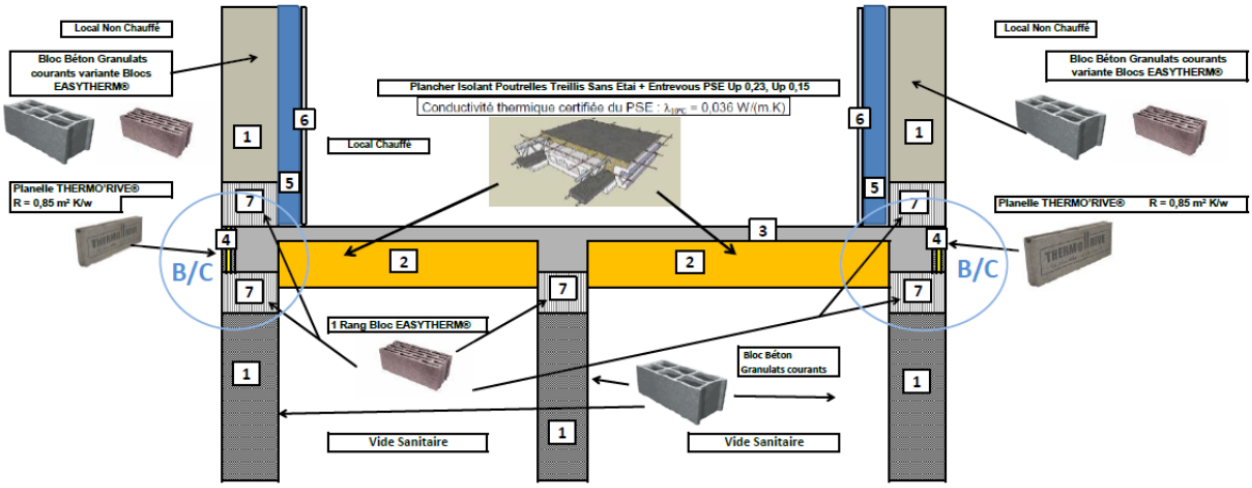
N°	Désignation de la couche	ép. cm	λ W/mK
1	Bloc Béton de Granulats Courants	20	
2	Plancher Isolant Up 0,23 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (104 mm)	10,4 + 12	0,036 (certifié)
2 variante	Plancher Isolant Up 0,15 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (175 mm)	17,5 + 12	0,036 (certifié)
3	Dalle de compression (Béton + Treillis soudé + Chapeaux)	5	
4	Planelle THERMO'RIVE® R = 0,85	6,4	
5	Doublage PSE TH 32	10	0,032
6	Plaque de Platre	1	0,25 (valeur Th-U)
7	Bloc Béton d'ardoise expansée EASYHERM®	20	0,214

3. Pont thermique périphérique : Traitement C



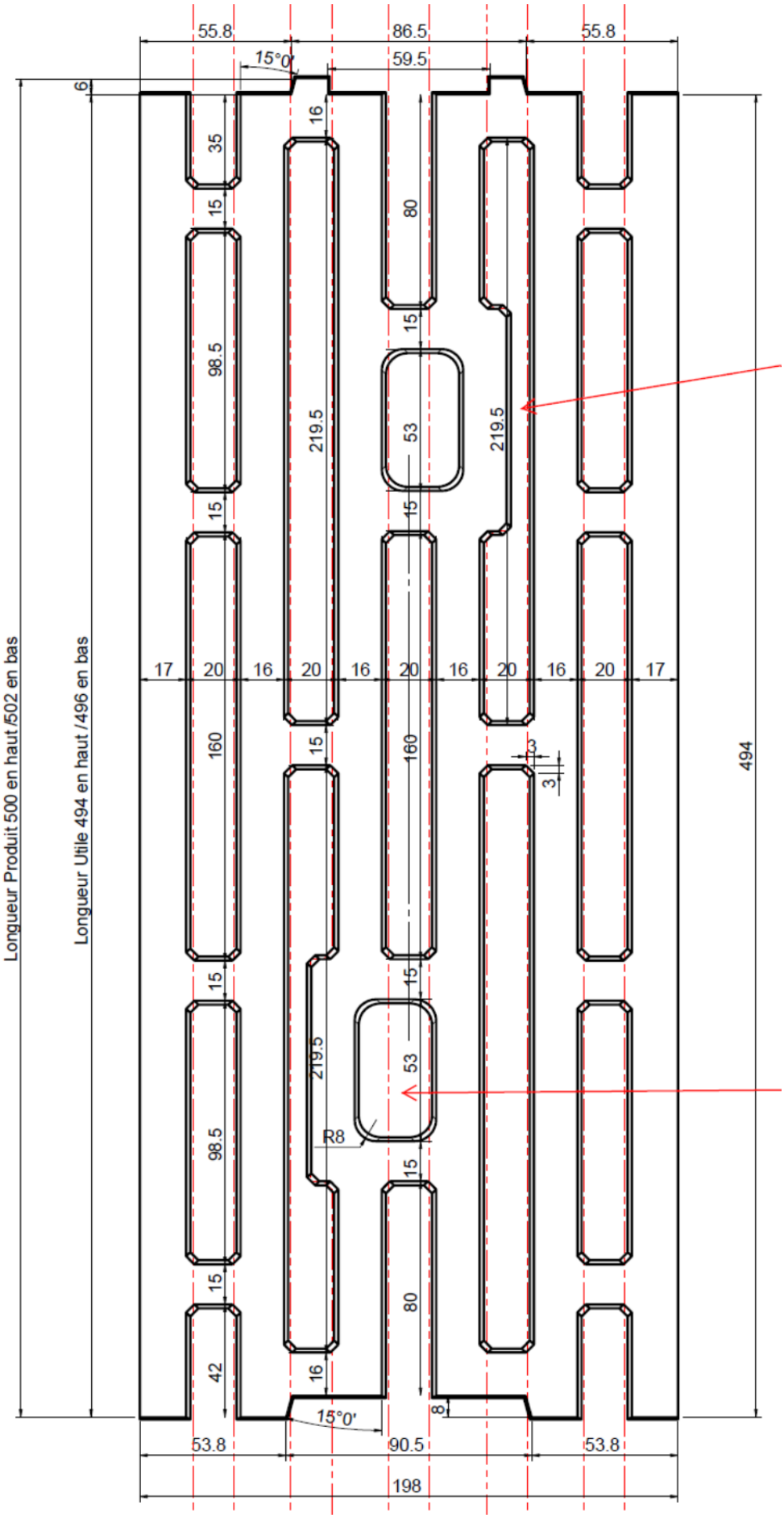
N°	Désignation de la couche	ép. cm	λ W/mK
1	Bloc Béton de Granulats Courants	20	
2	Plancher Isolant Up 0,23 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (104 mm)	10,4 + 12	0,036 (certifié)
2 variante	Plancher Isolant Up 0,15 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (175 mm)	17,5 + 12	0,036 (certifié)
3	Dalle de compression (Béton + Treillis soudé + Chapeaux)	5	
4	Planelle THERMO'RIVE® R = 0,85	6,4	
5	Doublage PSE TH 32	10	0,032
6	Plaque de Platre	1	0,25 (valeur Th-U)
7	Bloc Béton d'ardoise expansée EASYHERM®	20	0,214

4. Pont thermique périphérique : Traitement B + C

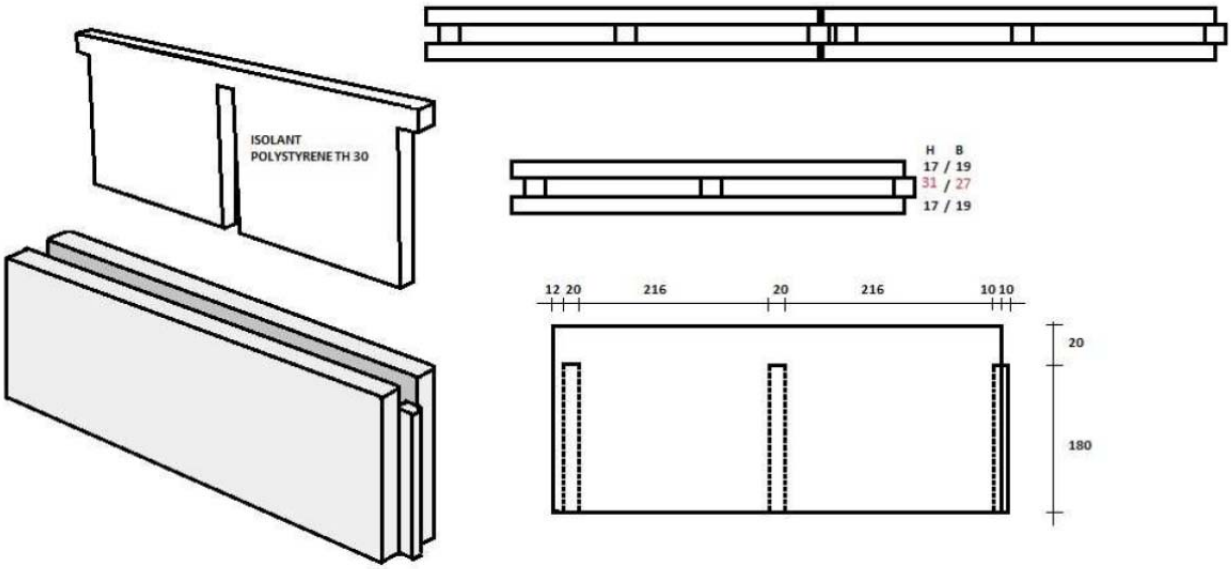


N°	Désignation de la couche	ép. cm	λ W/mK
1	Bloc Béton de Granulats Courants	20	
2	Plancher Isolant Up 0,23 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (104 mm)	10,4 + 12	0,036 (certifié)
2 variante	Plancher Isolant Up 0,15 : Poutrelles Treillis Sans Etai + Entrevous PSE à languette (175 mm)	17,5 + 12	0,036 (certifié)
3	Dalle de compression (Béton + Treillis soudé + Chapeaux)	5	
4	Planelle THERMO'RIVE® R = 0,85	6,4	
5	Doublage PSE TH 32	10	0,032
6	Plaque de Platre	1	0,25 (valeur Th-U)
7	Bloc Béton d'ardoise expansée EASYHERM®	20	0,214

Annexe 2
Plan du bloc en béton de granulats légers EASYTHERM


55.8
86.5
55.8
15°0'
59.5
6
16
35
15
80
98.5
219.5
53
219.5
Longueur Produit 500 en haut /502 en bas
Longueur Utile 494 en haut / 496 en bas
17
20
16
20
16
20
16
20
16
20
17
160
160
3
3
494
R8
42
8
15°0'
53.8
90.5
53.8
198

Annexe 3
Plan de la planelle THERMORIVE


ISOLANT
POLYSTYRENE TH 30
H B
17 / 19
31 / 27
17 / 19
12 20
216
20
216
10 10
20
180