

Procédés de murs

1. MURS EN MAÇONNERIE (R)

L'ensemble des valeurs des résistances thermiques des murs, données dans ce chapitre tiennent compte à la fois de la maçonnerie et des joints de mortier, horizontaux et verticaux.

Sauf indications particulières dans les tableaux, ces valeurs sont valables pour des épaisseurs de joint comprises entre 1 et 2 cm et un mortier ayant une masse volumique de 1 800 à 2 000 kg/m³.

1.1 Éléments en briques et blocs de terre cuite

Les valeurs données ci-après ne sont valables que pour des maçonneries en terre cuite dont la masse volumique du tesson est comprise entre 1 800 et 1 900 kg/m³.

Pour les masses volumiques situées en dehors de ces limites, un calcul spécifique doit être effectué selon la méthode donnée dans le fascicule Paroi opaque des Th-bat.

1.1.1 Briques de façades

1.1.1.1 Plaquettes de parement

Conformes à la norme NF P13-307.

Format courant : 2,5 x 6 x 22 cm.

Résistance thermique : 0,03 m².K/W

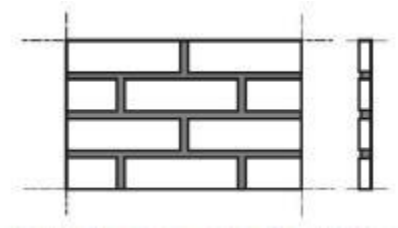


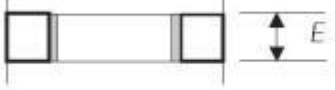
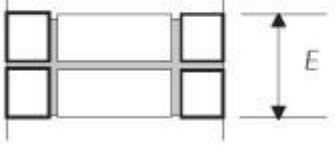
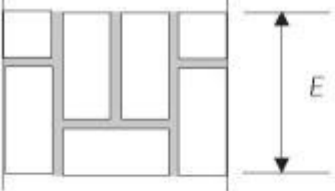
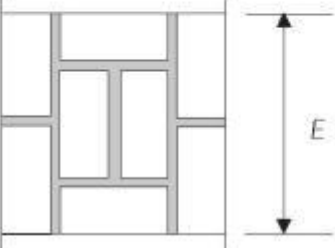
Figure 1 : Plaquettes de parement

1.1.1.2 Briques pleines

Conformes à la norme NF EN 771-1 COMPIL.

Format courant : 6 x 10,5 x 22 cm.

Tableau 1 : Résistance thermique de l'élément maçonné en m².K/W

Appareillage	Épaisseur <i>E</i> de l'élément en cm				
	6	10,5	22	33,5	45
	0,06	0,12			
			0,22		
				0,32	
					0,44

1.1.1.3 Briques perforées

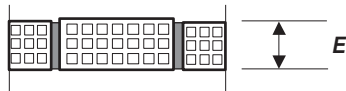
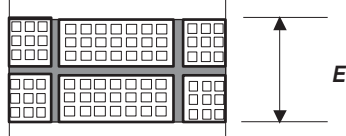
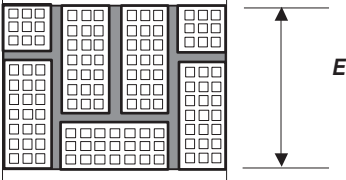
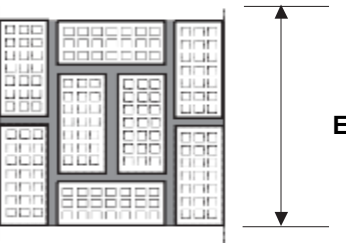
Conformes à la norme NF EN 771-1 COMPIL.

Format courant : 6 x 10,5 x 22 cm.



Figure 2 : Briques perforées

Tableau 2 : Résistance thermique R de l'élément maçonné en $m^2.K/W$

Appareillage	Épaisseur E de l'élément en cm			
	10,5	22	33,5	45
	0,16			
		0,30		
			0,44	
				0,55

1.1.1.4 Blocs perforés

Conformes à la norme NF EN 771-1 COMPIL.

Format courant : 6 x 22 x 22 cm.

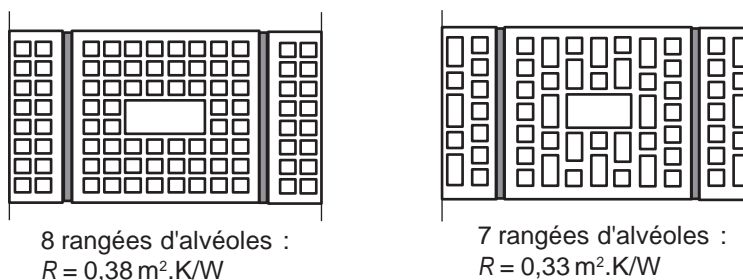


Figure 3 : Blocs perforés

1.1.2 Briques de structures

1.1.2.1 Briques à perforations verticales

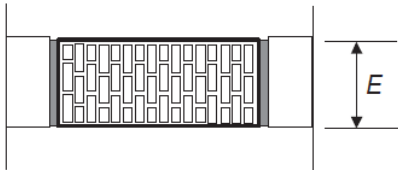
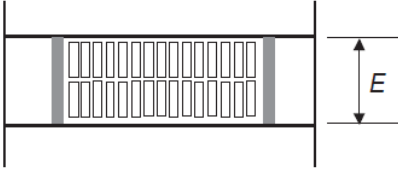
1.1.2.1.1 Briques de faible épaisseur

Briques conformes à la NF EN 771-1 COMPIL.

Dimensions :

- hauteur de 15 à 25 cm ;
- épaisseur de 8 à 12 cm ;
- longueur de 25 à 50 cm.

Tableau 3 : Résistance thermique R de l'élément maçonné en $m^2.K/W$

Briques	Épaisseur E de l'élément en cm		
	8	10	12
	0,17	0,22	0,26
			

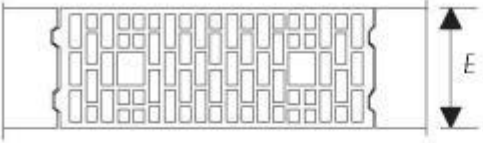
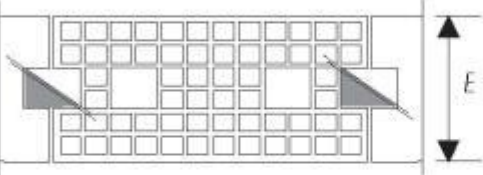
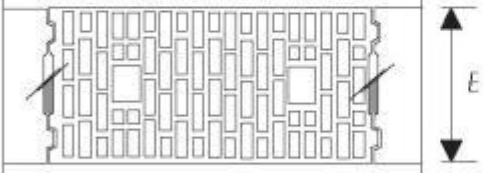
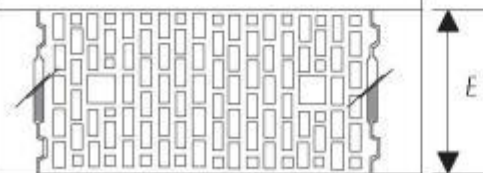
1.1.2.1.2 Briques de format moyen

Briques conformes à la NF EN 771-1 COMPIL.

Dimensions :

- hauteur de 15 à 25 cm ;
- épaisseur de 15 à 25 cm ;
- longueur de 25 à 60 cm.

Tableau 4 : Résistance thermique R de l'élément maçonné en $m^2.K/W$

Briques	Épaisseur E de l'élément en cm		
	15	20	25
	0,33		
		0,51 (0,47)	
		0,46 (0,42)	
			0,56 (0,52)
Note : les valeurs entre parenthèses correspondent à un joint vertical rempli de mortier (application parasismique).			

1.1.2.1.3 Briques à perforations verticales de forte épaisseur : monomur

Briques conformes à la NF EN 771-1 COMPIL ou titulaires d'un Avis Technique du CSTB.

Dimensions :

- hauteur de 20 à 25 cm ;
- épaisseur > 30 cm ;
- longueur de 25 à 60 cm.

Montages à joints horizontaux discontinus de mortiers traditionnels ou allégés ou mise en œuvre à joint mince au moyen de mortier colle (briques rectifiées).

Les résistances thermiques sont données dans les Avis Techniques et les certifications associées (Certification CSTBât et NF-Briques de terre cuite, option Th).

Les résistances thermiques des briques sans joint peuvent être données dans les certificats NF-Briques de terre cuite, option Th.

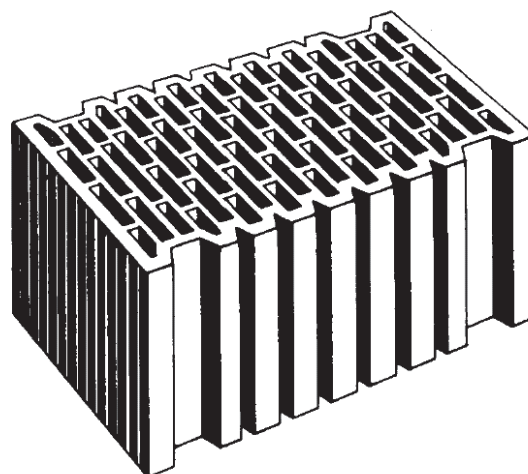


Figure 4



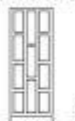




1.1.2.2 Briques à perforations horizontales

Briques conformes à la NF EN 771-1 COMPIL.

Dimensions :

- hauteur de 20 à 30 cm ;
- épaisseur de 3,5 à 30 cm ;
- longueur de 40 à 60 cm.

Tableau 5 : Résistance thermique R de l'élément maçonné en $m^2.K/W$

Briques classiques	Épaisseur <i>E</i> de l'élément en cm									
	3,5	4	5	7,5	10	15	20	22,5	25	27,0
	0,08	0,09	0,11							
			0,16	0,21	0,24					
Planelle 			0,24							
						0,35				
							0,5 (0,45)			
							0,47 (0,44)			
							0,56	0,60	0,63	0,65

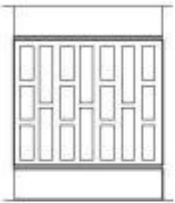
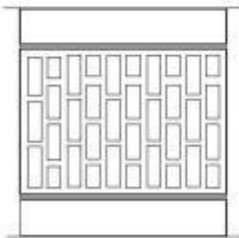
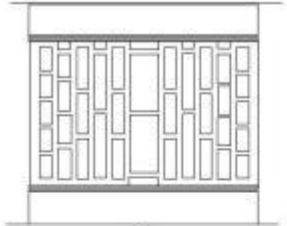
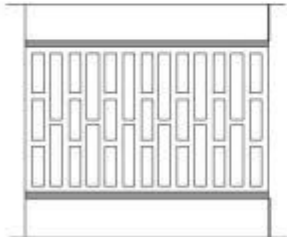
Note : les valeurs entre parenthèses correspondent à un joint vertical rempli de mortier.

Briques conformes à la NF EN 771-1 COMPIL.

Dimensions :

- hauteur de 20 à 30 cm ;
- épaisseur de 20 à 30 cm ;
- longueur de 40 à 60 cm.

Tableau 6 : Résistance thermique R de l'élément maçonné en $m^2.K/W$

Briques de type G	Épaisseur E de l'élément en cm		
	20	27	30
 E	0,67 (0,63)		
 E		0,84 (0,80)	
 E			0,86 (0,81)
 E			1,00 (0,95)
Note : les valeurs entre parenthèses correspondent à un joint vertical rempli de mortier (application parasismique).			

1.2 Blocs en béton

1.2.1 Blocs en béton de granulats courants, destinés à rester apparents et conformes à la norme NF EN 771-3 et répondant aux spécifications suivantes


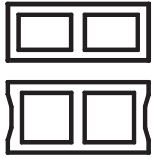
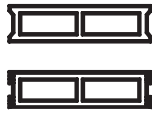
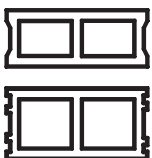
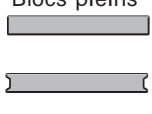
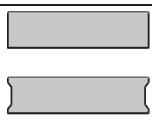

Masse volumique apparente du béton constitutif : 1 900 à 2 100 kg/m³.

Vides : 35 à 45 %.

Épaisseur des parois extérieures : 30 à 32 mm.

Épaisseur des parois intérieures : 30 mm environ.

Tableau 7

Profil	Dimensions de coordination modulaire	Épaisseur (cm)	Hauteur (cm)	Longueur (cm)	Résistance thermique (m ² .K/W)
Alvéoles borgnes 	10 x 20 x 40	9 ± 0,2	19	39 ± 0,2	0,09
Alvéoles borgnes 	15 x 20 x 40	14 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,13
	20 x 20 x 40	19 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,16
	20 x 20 x 50	19 ± 0,2	19 ± 0,15	49 ± 0,2	0,17
Alvéoles débouchants 	10 x 20 x 40	9 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,12
Alvéoles débouchants 	15 x 20 x 40	14 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,17
	20 x 20 x 40	19 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,20
Blocs pleins 	5 x 20 x 40	4 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,03
	10 x 20 x 40	9 ± 0,2	19 ± 0,15	39 ± 0,2	0,06
	10 x 10 x 20	9 ± 0,2	9 ± 0,15	19 ± 0,2	0,06
	10 x 10 x 40	9 ± 0,2	9 ± 0,15	39 ± 0,2	0,06
	20 x 10 x 20	19 ± 0,2	9 ± 0,15	19 ± 0,2	0,13
	20 x 10 x 40	19 ± 0,2	9 ± 0,15	39 ± 0,2	0,12

1.2.2 Blocs creux en béton de granulats courants conformes à la norme NF EN 771-3 et répondant aux spécifications suivantes


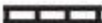










Masse volumique apparente du béton constitutif : 1 900 à 2 150 kg/m³.

Vides : 45 à 55 %.

Épaisseur des parois extérieures : 17 à 19 mm.

Épaisseur des parois intérieures : 17 mm environ.

Tableau 8 : Blocs creux

Blocs creux	Caractéristiques géométriques					Résistance thermique (m ² .K/W)
Profil	Dimensions de coordination modulaire	Épaisseur (cm)	Hauteur (cm)	Longueur (cm)	Nombre de rangées d'alvéoles	
	5 x 20 x 50	5 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	0,07
	7,5 x 20 x 50	7,5 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	0,10
	10 x 20 x 50	10 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	0,12
	12,5 x 20 x 50	12,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	0,13
	15 x 20 x 50	15 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	0,14
	15 x 25 x 50	15 ± 0,5	24 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	
	15 x 20 x 50	15 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	0,18
	15 x 25 x 50	15 ± 0,5	24 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	
	17,5 x 20 x 50	17,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	0,21
	20 x 20 x 50	20 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	0,23 (0,21) *
	20 x 25 x 50	20 ± 0,5	24 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	
	20 x 20 x 50	20 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	3	0,29 (0,26)
	22,5 x 20 x 50	22,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	0,24
	25 x 20 x 50	25 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	3	0,32 (0,28)
	27,5 x 20 x 50	27,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	3	0,34 (0,30)

Note : les valeurs entre parenthèses correspondent à la résistance thermique avec joint central rempli de mortier (application parasismique).

* : Dans le cas où ces blocs sont montés à joints minces (épaisseur ≤ 2mm), la résistance thermique de la paroi maçonnée est alors de :

- 0,27 (0,26) K.m²/W pour des blocs avec voiles de poses ;
- 0,28 (0,27) K.m²/W pour les blocs sans voiles de poses.





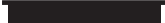









Pour l'usage en joint mince :

- Ces blocs creux en béton de granulats courants doivent être marqués NF et destinés à la pose collée (lettre « C » associée au logo « NF »)
- Les mortiers utilisés doivent faire l'objet d'une évaluation technique appropriée pour permettre de s'assurer de la compatibilité entre le mortier, le bloc et l'outil d'application (Avis Technique, Document Technique d'Evaluation, certification).

1.2.3 Blocs pleins et pleins perforés en béton de granulats courants conformes à la norme NF EN 771-3 et répondant aux spécifications suivantes

Masse volumique apparente du béton constitutif : 1 900 à 2 150 kg/m³.

Tableau 9 : Blocs pleins et perforés

Blocs pleins et perforés	Caractéristiques géométriques						Résistance thermique (m ² .K/W)
Profil	Dimensions de coordination modulaire	Épaisseur (cm)	Hauteur (cm)	Longueur (cm)	Diamètre maximal	Nombre de rangées d'alvéoles	
	5 x 20 x 40	5 ± 0,4	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,03
	5 x 20 x 50	5 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,03
	5 x 20 x 40	5 ± 0,4	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	2	1	0,04
	5 x 20 x 50	5 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	1	0,04
	7,5 x 20 x 40	7,5 ± 0,4	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,05
	7,5 x 20 x 50	7,5 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,05
	7,5 x 20 x 40	7,5 ± 0,4	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	4	1	0,07
	7,5 x 20 x 50	7,5 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	4	1	0,07
	10 x 20 x 40	10 ± 0,4	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,06
	10 x 20 x 50	10 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,06
	10 x 20 x 40	10 ± 0,4	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	3,5	2	0,11
	10 x 20 x 50	10 ± 0,4	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	3,5	2	0,11
	12,5 x 20 x 40	12,5 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,08
	12,5 x 20 x 50	12,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,08
	12,5 x 20 x 40	12,5 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	4	2	0,13
	12,5 x 20 x 50	12,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	4	2	0,13
	15 x 20 x 40	15 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,09
	15 x 20 x 50	15 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,09
	15 x 20 x 40	15 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	4	3	0,15
	15 x 20 x 50	15 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	4	3	0,15
	17,5 x 20 x 40	17,5 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,11
	17,5 x 20 x 50	17,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,11
	17,5 x 20 x 40	17,5 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	4	3	0,18
	17,5 x 20 x 50	17,5 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	4	3	0,18
	20 x 20 x 40	20 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	-	-	0,12
	20 x 20 x 50	20 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	-	-	0,12
	20 x 20 x 40	20 ± 0,5	19 ± 0,4	39,4 ± 0,5	4	3	0,20
	20 x 20 x 50	20 ± 0,5	19 ± 0,4	49,4 ± 0,5	4	3	0,20

1.2.4 Blocs creux en béton de granulats légers (argile expansée ou schiste expansé) conformes à la norme NF EN 771-3 et répondant aux spécifications suivantes






Masse volumique apparente du béton constitutif : 1 000 à 1 200 kg/m³.

Vides : 45 à 55 %.

Épaisseur des parois extérieures : supérieure à 20 mm.

Épaisseur des parois intérieures : 15 à 20 mm.

Tableau 10 : Blocs creux





Blocs creux	Caractéristiques géométriques					Résistance thermique (m ² .K/W)
Profil	Dimensions de coordination modulaire	Épaisseur (cm)	Hauteur (cm)	Longueur (cm)	Nombre de rangées d'alvéoles	
	10 x 30 x 50	10 ± 0,4	29 ± 0,4	49,4 ± 0,5	1	0,21
	15 x 30 x 50	15 ± 0,5	29 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	0,32
	17,5 x 25 x 50 17,5 x 30 x 50	17,5 ± 0,5 17,5 ± 0,5	24 ± 0,4 29 ± 0,4	49,4 ± 0,5 49,4 ± 0,5	2	0,37
	20 x 20 x 50 20 x 30 x 50	20 ± 0,5 20 ± 0,5	19 ± 0,4 29 ± 0,4	49,4 ± 0,5 49,4 ± 0,5	2	0,38
	22,5 x 30 x 50	22,5 ± 0,5	29 ± 0,4	49,4 ± 0,5	2	0,40

1.2.5 Blocs perforés en béton de granulats légers (argile expansée ou schiste expansé) conformes à la norme NF EN 771-3 et répondant aux spécifications suivantes

Masse volumique apparente du béton constitutif : 600 à 1 200 kg/m³.

Vides : 35 à 45 %.

Tableau 11 : Blocs pleins et perforés

Blocs pleins et perforés	Caractéristiques géométriques				Résistance thermique (m ² .K/W)
Profil	Dimensions de coordination modulaire	Épaisseur (cm)	Hauteur (cm)	Longueur (cm)	
	5 x 22,5 x 50	5 ± 0,4	21,5 ± 0,4	49,4 ± 0,5	0,11
	15 x 33 x 60	15 ± 0,5	32 ± 0,4	59,4 ± 0,5	0,33
	20 x 33 x 60	20 ± 0,5	32 ± 0,4	59,4 ± 0,5	0,44
	25 x 33 x 60	25 ± 0,5	32 ± 0,4	59,4 ± 0,5	0,55

2. MURS EN BETON CELLULAIRE (R , U_p)

Priment sur les valeurs données ci-après les valeurs données dans les Avis Techniques ou figurant dans les certificats CSTBât ou NF blocs de béton cellulaire.

Les valeurs de résistance thermique R et le coefficient de transmission surfacique U ne sont valables que pour des blocs de béton cellulaire autoclavé conformes à la norme NF EN 771-4 et son complément national et ont été établies suivant les valeurs de conductivité thermique des bétons cellulaires traités à l'autoclave du *paragraphe 2.2.5* du fascicule 2 (Matériaux).

2.1 Résistance thermique des murs en béton cellulaire.

L'épaisseur des joints maçonnés est supposée comprise entre 1 et 2 cm, pour ce qui concerne les joints collés l'épaisseur est de 2,5 mm. La hauteur des blocs est supposée égale à 25 cm et la longueur égale à 62,5 cm. Les résistances thermiques ci-dessous sont valables pour des éléments dont l'épaisseur diffère au maximum de 1 cm de celle indiquée, en plus ou en moins.

➤ Valeurs avant 2012

Tableau 12 : Blocs maçonnés

Masse volumique nominale (kg/m ³)	Épaisseur des blocs, en cm									
	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5
400	0,75	0,88	1,01	1,13	1,26	1,38	1,51	1,63	1,76	1,89
450	0,70	0,82	0,94	1,06	1,17	1,29	1,41	1,53	1,64	1,76
500	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10	1,21	1,32	1,43	1,54	1,65
550	0,62	0,73	0,83	0,93	1,04	1,14	1,24	1,35	1,45	1,55
600	0,58	0,67	0,77	0,86	0,96	1,06	1,15	1,25	1,34	1,44
650	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,99	1,07	1,16	1,25	1,34
700	0,50	0,59	0,67	0,75	0,84	0,92	1,01	1,09	1,17	1,26
750	0,47	0,55	0,63	0,71	0,79	0,87	0,95	1,02	1,10	1,18
800	0,45	0,52	0,60	0,67	0,74	0,82	0,89	0,97	1,04	1,12

Résistance thermique R des murs en béton cellulaire en m².K/W

Tableau 13 Blocs « collés »

Masse volumique nominale (kg/m ³)	Épaisseur des blocs, en cm									
	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5
400	0,94	1,10	1,26	1,42	1,57	1,73	1,89	2,05	2,20	2,36
450	0,86	1,01	1,15	1,30	1,44	1,58	1,73	1,87	2,01	2,16
500	0,80	0,93	1,06	1,19	1,33	1,46	1,59	1,72	1,86	1,99
550	0,74	0,86	0,98	1,11	1,23	1,35	1,48	1,60	1,72	1,84
600	0,67	0,80	0,90	1,01	1,12	1,23	1,35	1,46	1,57	1,68
650	0,62	0,72	0,82	0,93	1,03	1,13	1,24	1,34	1,44	1,54
700	0,57	0,67	0,76	0,86	0,95	1,05	1,14	1,24	1,33	1,43
750	0,53	0,62	0,71	0,80	0,89	0,98	1,06	1,15	1,24	1,33
800	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83	0,91	0,99	1,08	1,16	1,24

Résistance thermique R des murs en béton cellulaire en m².K/W

➤ Valeurs à partir de RT 2012

Tableau 14 : Maçonnerie montée à joints minces ou collés

Masse volumique nominale (kg/m ³)	Épaisseur des blocs, en cm									
	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	36,5	40	50
350	1,28	1,50	1,71	1,93	2,14	2,35	2,57	3,12	3,42	4,28
400	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,09	2,28	2,77	3,04	3,80
450	1,02	1,19	1,36	1,54	1,71	1,88	2,05	2,49	2,73	3,41
500	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80	2,19	2,40	3,01
550	0,81	0,94	1,07	1,21	1,34	1,48	1,61	1,96	2,15	2,69
600	0,73	0,85	0,97	1,09	1,21	1,34	1,46	1,77	1,94	2,43
700	0,65	0,76	0,87	0,98	1,08	1,19	1,30	1,58	1,73	2,17
800	0,59	0,69	0,78	0,88	0,98	1,08	1,17	1,43	1,57	1,96

Résistance thermique R des murs en béton cellulaire en m².K/W

2.2 Coefficient de transmission surfacique des murs en béton cellulaire

Les coefficients de transmission thermique donnés dans le tableau suivant sont calculés pour des parois finies comportant :

- un enduit intérieur en plâtre de 1 à 1,5 cm d'épaisseur ;
- un enduit extérieur en mortier bâtard de 1 à 1,5 cm d'épaisseur.

Ceci conduit à calculer le coefficient de transmission thermique par la formule :

$$\frac{1}{U_p} = R + 0,22$$

➤ Valeurs pour la RT 2005

Tableau 15 : Blocs maçonnés

Masse volumique nominale (kg/m ³)	Épaisseur du mur fini enduit deux faces (et épaisseurs des blocs) en cm									
	17,5 (15)	20 (17,5)	22,5 (20)	25 (22,5)	27,5 (25)	30 (27,5)	32,5 (30)	35 (32,5)	37,5 (35)	40 (37,5)
400	1,04	0,92	0,82	0,75	0,68	0,63	0,58	0,54	0,51	0,48
450	1,09	0,97	0,87	0,79	0,72	0,67	0,62	0,58	0,54	0,51
500	1,15	1,02	0,92	0,83	0,76	0,70	0,65	0,61	0,57	0,54
550	1,20	1,07	0,96	0,88	0,80	0,74	0,69	0,64	0,60	0,57
600	1,27	1,13	1,02	0,93	0,86	0,79	0,73	0,69	0,64	0,61
650	1,34	1,20	1,08	0,99	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68	0,64
700	1,40	1,26	1,14	1,04	0,95	0,88	0,82	0,77	0,72	0,68
750	1,46	1,31	1,19	1,09	1,00	0,93	0,87	0,81	0,76	0,72
800	1,52	1,37	1,24	1,14	1,05	0,97	0,91	0,85	0,80	0,75

Coefficient de transmission surfacique des murs en béton cellulaire en W/m².K

Tableau 16 : Blocs « collés »

Masse volumique nominale (kg/m ³)	Épaisseur du mur fini enduit deux faces (et épaisseurs des blocs) en cm									
	17,5 (15)	20 (17,5)	22,5 (20)	25 (22,5)	27,5 (25)	30 (27,5)	32,5 (30)	35 (32,5)	37,5 (35)	40 (37,5)
400	0,87	0,76	0,68	0,62	0,56	0,52	0,48	0,44	0,41	0,39
450	0,93	0,82	0,74	0,66	0,61	0,56	0,52	0,48	0,45	0,42
500	0,99	0,88	0,79	0,71	0,65	0,60	0,56	0,52	0,48	0,45
550	1,06	0,93	0,84	0,76	0,70	0,64	0,59	0,55	0,52	0,49
600	1,13	1,01	0,90	0,82	0,75	0,69	0,64	0,60	0,56	0,53
650	1,21	1,07	0,97	0,88	0,81	0,75	0,69	0,65	0,61	0,57
700	1,28	1,14	1,03	0,94	0,86	0,80	0,74	0,69	0,65	0,61
750	1,35	1,21	1,09	0,99	0,91	0,84	0,79	0,73	0,69	0,65
800	1,42	1,27	1,15	1,05	0,96	0,89	0,83	0,78	0,73	0,69

Coefficient de transmission surfacique des murs en béton cellulaire en W/m².K

➤ Valeurs pour la RT 2012

Tableau 17 : Blocs « collés »

Masse volumique nominale (kg/m ³)	Épaisseur du mur fini enduit deux faces (et épaisseurs des blocs) en cm									
	17,5 (15)	20 (17,5)	22,5 (20)	25 (22,5)	27,5 (25)	30 (27,5)	32,5 (30)	39 (36,5)	42,5 (40)	52,5 (50)
350	0,67	0,58	0,52	0,47	0,42	0,39	0,36	0,30	0,27	0,22
400	0,74	0,65	0,57	0,52	0,47	0,43	0,40	0,33	0,31	0,25
450	0,81	0,71	0,63	0,57	0,52	0,48	0,44	0,37	0,34	0,28
500	0,89	0,79	0,70	0,64	0,58	0,53	0,50	0,41	0,38	0,31
550	0,97	0,86	0,78	0,70	0,64	0,59	0,55	0,46	0,42	0,34
600	1,05	0,93	0,84	0,76	0,70	0,64	0,60	0,50	0,46	0,38
700	1,15	1,02	0,92	0,83	0,77	0,71	0,66	0,56	0,51	0,42
800	1,23	1,10	1,00	0,91	0,83	0,77	0,72	0,61	0,56	0,46

Coefficient de transmission surfacique des murs en béton cellulaire en W/m².K

3. MURS A ISOLATION PAR L'INTERIEUR FIXEE MECANIQUEMENT

3.1 Description

Procédé d'isolation par l'intérieur où l'isolant est fixé mécaniquement au moyen de profilés métalliques et d'entretoise métallique. Les éléments de fixation dégradent l'isolation des parois de façon plus ou moins importante selon la fréquence, le positionnement et la nature des éléments de fixation.

Les Figure 5 et Figure 6 ci-dessous donnent des exemples de ce type de procédé d'isolation

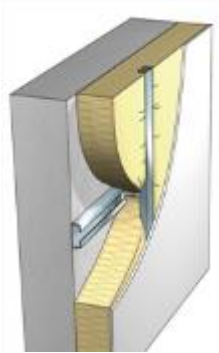


Figure 5 – isolation fixée au moyen d'un appui intermédiaire

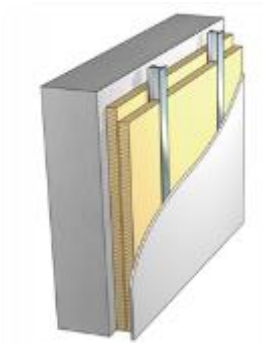


Figure 6 – isolation en deux couches dont l'une est continue

3.2 Formule

Le coefficient de transmission surfacique U_p de la paroi se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_p = U_c + \frac{\sum \Psi \cdot L + \sum \chi}{A_p}$$

Avec

U_c Le coefficient de transmission surfacique en partie courante de la paroi exprimée en $W/(m^2.K)$

$\sum \Psi \cdot L$ La somme des déperditions par transmission linéique induit par les éléments filants présents dans l'élément de paroi considéré, exprimé en $W/(m.K)$

$\sum \chi$ La somme des déperditions par transmission ponctuel induit par les éléments de fixation présents dans l'élément de paroi considéré, exprimé en W/K

A_p La surface de l'élément de paroi considéré, exprimée en m^2 .

3.3 Valeurs par défaut


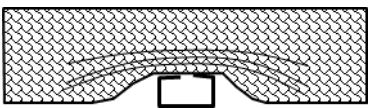
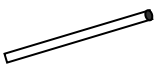




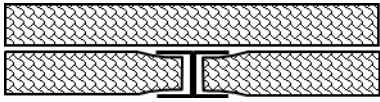

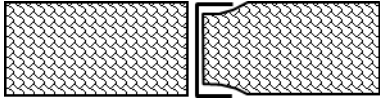

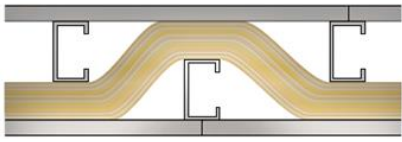
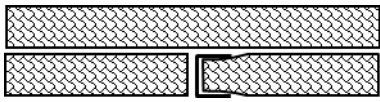
Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** tableau 18 ci-dessous fournit des valeurs par défaut de coefficients Ψ et χ de ponts thermiques intégrés induits par des éléments d'ossature et de fixation courants.

Ces valeurs par défaut sont majorées par rapport aux valeurs que l'on peut obtenir par un calcul précis et ne doivent être utilisées qu'en absence :

- de valeurs données dans les documents d'Avis technique ;
- de valeurs calculées conformément au fascicule « Ponts thermiques ».

Les ponts thermiques intégrés non visés par ce chapitre peuvent être déterminés soit d'après les Avis Techniques en vigueur, soit par calcul conformément au fascicule « Ponts thermiques » des règles Th-bat.

Tableau 18

Pont thermique intégré	Effet sur l'isolation thermique de la paroi	ψ W/(m.K)		χ W/K	
		$E_i = 10$ cm	$E_i = 20$ cm	$E_i = 10$ cm	$E_i = 20$ cm
 Profilé métallique vertical ou horizontal	 Compression de l'isolant	0,005	0,002	-	
 Tige métallique ¹ servant d'appui intermédiaire entre profilés verticaux et horizontaux	 Pénétration de l'isolant	-		0,04	0,03
 Profilé métallique vertical en forme de I	 Interruption de l'unique couche d'isolant	0,14	0,12	-	
 Profilé métallique vertical en forme de I	 Interruption d'une couche d'isolant sur deux	0,05	0,03	-	
 Profilé métallique vertical en forme de U	 Interruption de l'unique couche d'isolant	0,07	0,06	-	
 Profilé métallique vertical en forme de U	 0	0		-	
	 Interruption d'une couche d'isolant sur deux	0,03	0,02	-	

¹ Dans le cas d'une tige totalement en plastique, le coefficient χ peut être considéré comme négligeable

4. MURS A ISOLATION PAR L'EXTERIEUR DE TYPE BARDAGE RAPPORTES SUR OSSATURES BOIS OU METALLIQUES

4.1 Description

Bardages rapportés sur une ossature secondaire fixée mécaniquement au mur support par des pattes équerres. L'isolant est maintenu sur le mur par des fixations ponctuelles généralement en matière plastique. Cette technique comporte une lame d'air fortement ventilée entre l'isolant et le parement extérieur. Un profilé métallique de fractionnement de la lame d'air peut être mis en place selon l'usage du bâtiment et sa hauteur.

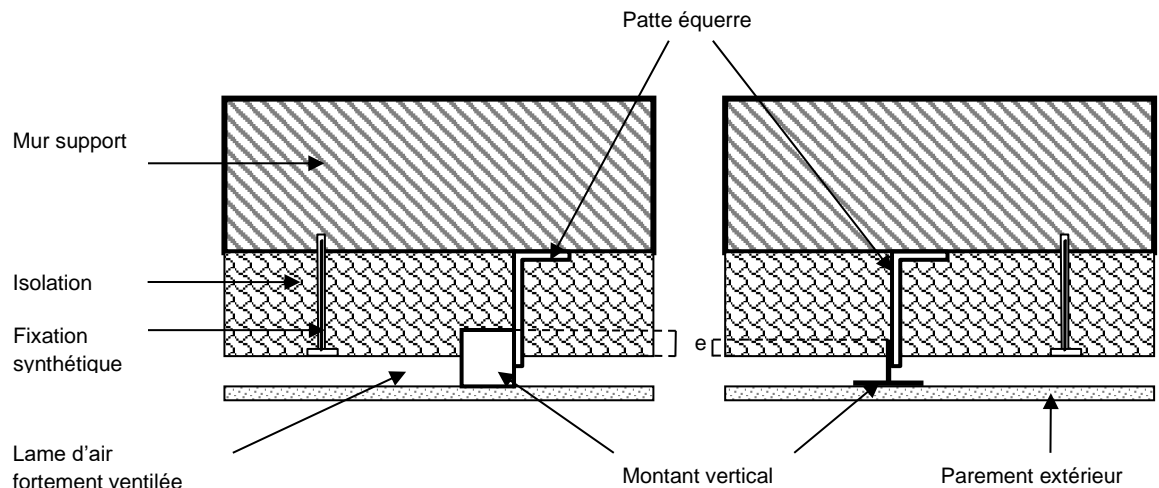


Figure 7 : Principe du bardage rapporté (coupe horizontale)

4.2 Formule

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'une paroi intégrant un système d'isolation par l'extérieur à base de bardage ventilé, se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \sum_i \frac{\psi_i}{E_i} + n \cdot \chi_j$$

Avec :

U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, exprimé en $W/(m^2.K)$ et calculé à partir de la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{\sum \frac{e_i}{\lambda_i} + 2R_{si}}$$

Où

$\sum \frac{e_i}{\lambda_i}$ la somme des résistances thermiques des couches de matériaux homogènes situées en partie courante.

Note : Dans le cas d'un bardage ventilé, la résistance thermique du bardage n'est pas prise en compte et la résistance thermique superficielle extérieure est remplacée par la résistance thermique superficielle intérieure.
 $R_{se} = R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.K/W$.

ψ_i	est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i, en W/(m.K).
E_i	est l'entraxe du pont thermique linéique i, en m.
n	est le nombre de ponts thermiques ponctuels par m ² de paroi.
χ_j	est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, en W/K.

4.3 Valeurs par défaut

Les coefficients Ψ et χ doivent être déterminés par simulation numérique conformément à la méthode donnée dans les règles Th-Bât, fascicule « ponts thermiques ». Néanmoins, en absence de valeurs calculées numériquement, les valeurs par défaut données ci-dessous, peuvent être utilisées.

Les valeurs par défaut des coefficients de déperdition linéique ψ (W/(m.K)) et χ (W/K) données ci-après, sont valables dans le cadre des hypothèses suivantes :

- Mur support : Béton, maçonnerie courante
- Isolants thermiques : $0,032 \leq \lambda \leq 0,05$ W/(m.K)
- Bois : Feuillus mi-lourd $\rho \leq 865$ kg/m³ ou Résineux lourd $\rho \leq 700$ kg/m³
- Patte équerre : acier ou alliage d'aluminium selon le type de montant
- Montant : chevron (section rectangulaire $\leq 80 \times 80$ mm), en acier (profilé en Ω d'épaisseur 2 mm) ou en alliage d'aluminium (profilé en T d'épaisseur 2,5 mm)
- Epaisseur d'isolant traversée par le montant :
 - Ossature bois $e \leq 60$ mm
 - Ossature métallique $e \leq 30$ mm
- Isolant fixé ponctuellement par des fixations synthétiques (ex. : plastique) sans éléments métalliques

Tableau 19 : Coefficient χ des pattes équerres en W/K

	Coefficient χ des pattes équerres en W/K					
	Montant en T et patte en alliage d'aluminium		Montant en Ω et patte en acier		Chevron bois avec patte en acier	
Epaisseur isolation	Section transversale des pattes équerres au niveau de l'isolant					
	100 mm ²	450 mm ²	100 mm ²	450 mm ²	100 mm ²	450 mm ²
50 mm	0,093	0,230	0,050	0,116	0,020	0,053
100 mm	0,083	0,212	0,035	0,089	0,018	0,050
200 mm	0,057	0,174	0,021	0,057	0,014	0,045
250 mm	0,049	0,157	0,017	0,048	0,012	0,041
300 mm	0,043	0,140	0,015	0,041	0,011	0,038
	Valeurs calculées pour e=30 mm				Valeurs calculées pour e=60 mm	

Interpolations linéaires possibles

Extrapolations linéaires possibles pour des sections de pattes équerres $\leq 600 \text{ mm}^2$ et pour des épaisseurs d'isolant $\leq 400 \text{ mm}$.

Tableau 20 : Coefficient χ des chevilles synthétiques en W/K

Toutes épaisseurs d'isolant	Coefficient χ des chevilles synthétiques en W/K
	0,0

Tableau 21 : Coefficient Ψ des ponts thermiques linéaires

Epaisseur isolation	Coefficient Ψ des ponts thermiques linéaires en W/m.K			
	Montant en T en aluminium	Montant en Ω en acier	Chevron bois	Profilé métallique de fractionnement
50 mm	0,004	0,075	0,015	1,06
100 mm	0,003	0,020	0,012	1,00
200 mm	0,002	0,005	0,007	0,85
250 mm	0,001	0,003	0,005	0,80
300 mm	0,0	0,002	0,002	0,75

Interpolations et extrapolations linéaires possibles pour des épaisseurs d'isolant comprises entre 50 et 400 mm.

Exemple

Calcul du coefficient U_p pour un bardage en bois.

Description de la paroi :

- Mur en béton d'épaisseur = 180 mm
- Chevrons en bois
- Entraxe horizontal des montants = 600 mm
- Entraxe vertical des pattes équerres = 1350 mm
- Patte équerre en acier, section = 100 mm²
- Première couche d'isolant derrière montants : $e_1 = 90$ mm, $\lambda_1 = 0,04$ W/(m.K)
- Deuxième couche d'isolant entre montants : $e_2 = 60$ mm, $\lambda_2 = 0,04$ W/(m.K)
- Pas de profilé de fractionnement de la lame d'air

Application numérique :

$$U_c = 1/(0,26 + (0,15/0,04) + (0,18/2)) = 0,244 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$\Psi (\text{chevron bois}) = 0,01 \text{ W/(m.K)}$$

$$\chi (\text{patte équerre acier}) = 0,016 \text{ W/K}$$

$$n = 1/(0,6 \times 1,35) = 1,2 \text{ patte/m}^2$$

$$U_p = 0,244 + \frac{0,01}{0,6} + 1,2 \times 0,016 = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

5. MURS A ISOLATION PAR L'EXTERIEUR DE TYPE ENDUIT SUR ISOLANT

5.1 Description

L'isolant est fixé au mur porteur avant d'être recouvert d'un enduit extérieur. La fixation de l'isolant sur le mur support est réalisée soit par collage direct seul soit par calage associé à des fixations ponctuelles (clou avec cheville synthétique) ou encore par emboîtement sur des profilés synthétiques.

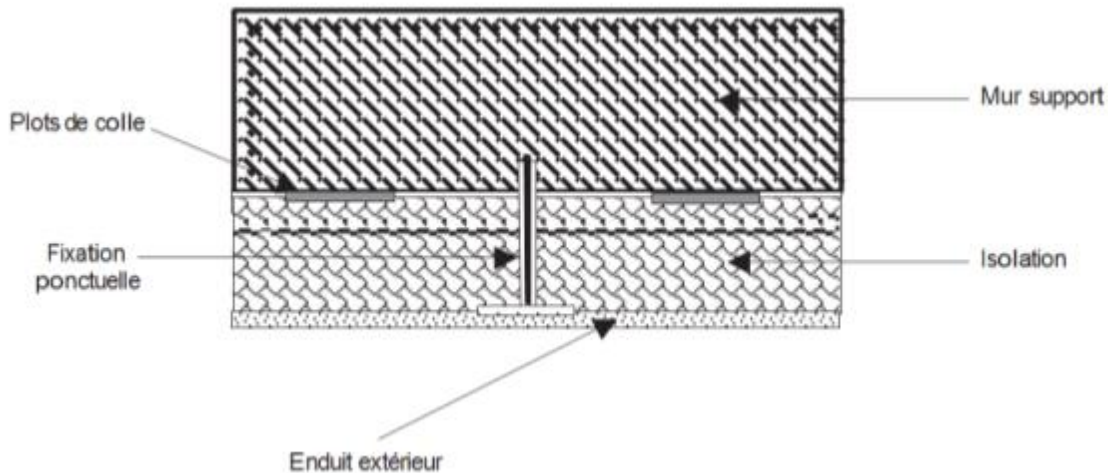


Figure 8 : Principe de l'isolation par l'extérieur de type enduit sur isolant (coupe horizontale)

5.2 Formule

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'une paroi intégrant un système d'isolation par l'extérieur à base de bardage ventilé, se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \sum_i \frac{\psi_i}{E_i} + n \cdot \chi_j$$

Avec :

U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, exprimé en $W/(m^2.K)$ et calculé à partir de la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{R_{se} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + R_{si}}$$

Où

$\sum \frac{e_i}{\lambda_i}$ la somme des résistances thermiques des couches de matériaux homogènes situées en partie courante.

ψ_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i, en $W/(m.K)$.

E_i est l'entraxe du pont thermique linéique i, en m.

n est le nombre de ponts thermiques ponctuels par m^2 de paroi. Pour les systèmes d'enduits sur isolant, la valeur courante de n est égale à 10.

χ_j est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, en W/K .

5.3 Valeurs par défaut

Les coefficients Ψ et χ doivent être déterminés par simulation numérique conformément à la méthode donnée dans les règles Th-Bât, fascicule « ponts thermiques ». Néanmoins, en absence de valeurs calculées numériquement, les valeurs par défaut données ci-dessous, peuvent être utilisées.

Les valeurs par défaut des coefficients de déperdition linéique ψ (W/(m.K)) et χ (W/K) données ci-après, sont valables dans le cadre des hypothèses suivantes :

- Mur support : béton, maçonnerie courante ;
- isolants thermiques : $0,029 \leq \lambda \leq 0,05$ W/(m.K) ;
- isolant chevillé :
 - clou métallique de fixation, diamètre = 4 à 6 mm,
 - clou synthétique, tous diamètres courants ;
- isolant fixé sur rails :
 - rails en matière synthétique.

Tableau 22 : Coefficients de pont thermique

Épaisseur isolation	Coefficient χ en W/K				Coefficient ψ en W/(m.K)
	Isolant chevillé			Isolant collé	Isolant chevillé, collé ou fixé mécaniquement sur des rails synthétiques
	Clou en acier galvanisé	Clou en acier inox	Clou synthétique	Plots de colle	
50 mm	0,004	0,002	0	0	0
100 mm	0,003	0,002			
200 mm	0,003	0,001			
250 mm	0,003	0,001			
300 mm	0,003	0,001			

Interpolations et extrapolations possibles pour des épaisseurs d'isolant comprises entre 50 et 400 mm.

Exemple - Calcul du coefficient U_p pour un système d'enduit sur isolant chevillé.

Description de la paroi :

- mur en béton d'épaisseur = 180 mm ;
- clous en acier galvanisé ;
- densité des clous/m² = 10 ;
- diamètre des clous = 5 mm ;
- isolant : $e = 150$ mm, $\lambda = 0,04$ W/(m.K).

$$U_c = 1 / (0,17 + (0,15 / 0,04) + (0,18 / 2)) = 0,249 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$\chi = 0,003 \text{ W/K}$$

$$\psi_i = 0 \text{ W/(m.K)}$$

$$n = 10$$

$$U_p = 0,249 + 10 \times 0,003 = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

6. MURS A ISOLATION ENTRE OSSATURES BOIS

6.1 Description

Procédé d'isolation entre ossature bois constitué de montant verticaux de largeur 36 mm ou 45 mm et de profondeur variable s'ajustant à l'épaisseur de l'isolant. Une couche d'isolation complémentaire peut-être positionnée du côté intérieur, du côté extérieur ou des deux côtés. La couche d'isolation complémentaire est généralement maintenue par une contre-ossature.

6.2 Formule

Le coefficient de transmission surfacique U_p d'une paroi à ossature bois se calcule à partir de la formule suivante :

$$U_p = U_c + \Delta U$$

Avec

$$\Delta U = \frac{\Psi_{montants}}{E_{montants}} + \frac{\Psi_{contre\ ossature}}{E_{contre\ ossature}} + n \cdot \chi_{croisement}$$

U_c	le coefficient de transmission surfacique en partie courante, exprimé en $W/(m^2.K)$
$\Psi_{montants}$	le coefficient de transmission linéique induit par les montants, exprimé en $W/(m.K)$
$E_{montants}$	l'entraxe entre les montants, exprimé en m
$\Psi_{contre\ ossature}$	le coefficient de transmission linéique induit par les contre ossature, exprimé en $W/(m.K)$
$E_{contre\ ossature}$	l'entraxe entre les contre ossatures, exprimé en m
$\chi_{croisement}$	le coefficient de transmission ponctuel induit par le croisement entre les montants et les contre ossatures.
n	le nombre de croisement par m^2 calculé à partir de la relation suivante :

$$n = \frac{1}{E_{montant} \cdot E_{contre\ ossature}}$$

6.3 Valeurs tabulées Ψ et χ

En l'absence de valeurs calculées précisément selon la méthode générale détaillées dans le fascicule « ponts thermique » des règles Th-bat ou conformément à la norme NF EN ISO 10211, les valeurs données dans les tableaux ci-dessous peuvent être utilisées dans les limites de validité indiquées.

Les limites d'utilisation des valeurs sont:

- Isolation entre montant de conductivité $0,030 \leq \lambda \leq 0,050 W/(m.K)$.
- Avec ou sans panneaux de contreventement
- Contre-ossature de largeur ≥ 50 mm

6.3.1 Mur avec isolation entre montants :

Tableau 23


Isolation entre montant Simple montant 	Epaisseur d'isolant	Ψ_{montant} en W/(m.K)	
		Montant 36 mm	Montant 45 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,021	0,026
	180 mm	0,019	0,023
	220 mm	0,016	0,020
	260 mm	0,015	0,018
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,012	0,014
	180 mm	0,010	0,013
	220 mm	0,009	0,011
	260 mm	0,008	0,010

Tableau 24



Isolation entre montant Double montant 	Epaisseur d'isolant	Ψ_{montant} en W/(m.K)	
		Montant 36 mm	Entraxe 400 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,040	0,049
	180 mm	0,035	0,044
	220 mm	0,031	0,039
	260 mm	0,028	0,035
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,022	0,028
	180 mm	0,019	0,024
	220 mm	0,017	0,021
	260 mm	0,015	0,019

Tableau 25

Isolation entre montant Triple montant 	Epaisseur d'isolant	Ψ_{montant} en W/(m.K)	
		Montant 36 mm	Montant 45 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,058	0,072
	180 mm	0,052	0,064
	220 mm	0,046	0,057
	260 mm	0,041	0,052
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,033	0,041
	180 mm	0,029	0,036
	220 mm	0,025	0,031
	260 mm	0,022	0,028

6.3.2 Mur avec isolation complémentaire extérieure :

Tableau 26


Isolation entre montant + ext Simple montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		$\Psi_{\text{contre ossature}}$ en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,013	0,015	0,004	0,0008
	120 + 60 mm	0,010	0,012	0,005	0,0009
	120 + 80 mm	0,008	0,010	0,006	0,0009
	120 + 100 mm	0,007	0,008	0,007	0,0010
	145 + 40 mm	0,015	0,015	0,003	0,0006
	145 + 60 mm	0,012	0,012	0,004	0,0008
	145 + 80 mm	0,010	0,010	0,005	0,0009
	145 + 100 mm	0,008	0,009	0,006	0,0009
	160 + 40 mm	0,012	0,015	0,003	0,0006
	160 + 60 mm	0,010	0,012	0,004	0,0007
	160 + 80 mm	0,009	0,010	0,005	0,0008
	160 + 100 mm	0,007	0,009	0,005	0,0008
	180 + 40 mm	0,012	0,014	0,002	0,0005
	180 + 60 mm	0,010	0,012	0,003	0,0006
	180 + 80 mm	0,008	0,010	0,004	0,0007
	180 + 100 mm	0,007	0,009	0,005	0,0008
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,007	0,009	0,003	0,0003
	120 + 60 mm	0,006	0,007	0,003	0,0003
	120 + 80 mm	0,005	0,006	0,004	0,0003
	120 + 100 mm	0,004	0,005	0,005	0,0002
	145 + 40 mm	0,007	0,009	0,002	0,0002
	145 + 60 mm	0,006	0,007	0,003	0,0003
	145 + 80 mm	0,005	0,006	0,003	0,0003
	145 + 100 mm	0,004	0,005	0,004	0,0002
	160 + 40 mm	0,007	0,009	0,002	0,0002
	160 + 60 mm	0,006	0,007	0,002	0,0002
	160 + 80 mm	0,005	0,006	0,003	0,0003
	160 + 100 mm	0,004	0,005	0,003	0,0003
	180 + 40 mm	0,007	0,008	0,001	0,0002
	180 + 60 mm	0,006	0,007	0,002	0,0003
	180 + 80 mm	0,005	0,006	0,002	0,0003
	180 + 100 mm	0,004	0,005	0,003	0,0003

Tableau 27

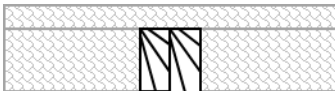

Isolation entre montant + ext Double montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		$\Psi_{\text{contre ossature}}$ en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,022	0,027	0,004	0,0014
	120 + 60 mm	0,018	0,021	0,005	0,0016
	120 + 80 mm	0,014	0,017	0,006	0,0016
	120 + 100 mm	0,012	0,014	0,007	0,0017
	145 + 40 mm	0,022	0,027	0,003	0,0013
	145 + 60 mm	0,018	0,021	0,004	0,0014
	145 + 80 mm	0,015	0,018	0,005	0,0015
	145 + 100 mm	0,012	0,015	0,006	0,0016
	160 + 40 mm	0,022	0,026	0,002	0,0012
	160 + 60 mm	0,018	0,022	0,004	0,0013
	160 + 80 mm	0,015	0,018	0,004	0,0015
	160 + 100 mm	0,013	0,015	0,005	0,0016
	180 + 40 mm	0,021	0,026	0,002	0,0010
	180 + 60 mm	0,018	0,021	0,003	0,0012
	180 + 80 mm	0,015	0,018	0,004	0,0014
	180 + 100 mm	0,013	0,015	0,004	0,0015
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,014	0,017	0,003	0,0005
	120 + 60 mm	0,011	0,013	0,003	0,0006
	120 + 80 mm	0,009	0,011	0,004	0,0006
	120 + 100 mm	0,007	0,009	0,004	0,0005
	145 + 40 mm	0,013	0,016	0,002	0,0004
	145 + 60 mm	0,011	0,013	0,003	0,0004
	145 + 80 mm	0,009	0,011	0,003	0,0005
	145 + 100 mm	0,008	0,009	0,004	0,0005
	160 + 40 mm	0,013	0,016	0,002	0,0004
	160 + 60 mm	0,011	0,013	0,002	0,0004
	160 + 80 mm	0,009	0,011	0,003	0,0005
	160 + 100 mm	0,008	0,009	0,003	0,0005
	180 + 40 mm	0,013	0,015	0,001	0,0004
	180 + 60 mm	0,011	0,013	0,002	0,0005
	180 + 80 mm	0,009	0,011	0,002	0,0004
	180 + 100 mm	0,008	0,009	0,003	0,0005

Tableau 28

Isolation entre montant + ext Triple montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		$\Psi_{\text{contre ossature}}$ en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,032	0,038	0,004	0,0020
	120 + 60 mm	0,025	0,029	0,005	0,0023
	120 + 80 mm	0,020	0,023	0,006	0,0024
	120 + 100 mm	0,016	0,019	0,007	0,0023
	145 + 40 mm	0,030	0,038	0,003	0,0017
	145 + 60 mm	0,025	0,030	0,004	0,0022
	145 + 80 mm	0,020	0,024	0,005	0,0022
	145 + 100 mm	0,017	0,020	0,006	0,0022
	160 + 40 mm	0,031	0,038	0,003	0,0017
	160 + 60 mm	0,025	0,030	0,004	0,0022
	160 + 80 mm	0,021	0,024	0,005	0,0022
	160 + 100 mm	0,017	0,020	0,006	0,0022
	180 + 40 mm	0,030	0,037	0,002	0,0016
	180 + 60 mm	0,025	0,030	0,003	0,0018
	180 + 80 mm	0,021	0,025	0,004	0,0020
	180 + 100 mm	0,018	0,021	0,004	0,0021
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,020	0,024	0,003	0,0007
	120 + 60 mm	0,016	0,019	0,003	0,0008
	120 + 80 mm	0,013	0,015	0,004	0,0009
	120 + 100 mm	0,010	0,013	0,004	0,0009
	145 + 40 mm	0,019	0,023	0,002	0,0006
	145 + 60 mm	0,015	0,019	0,003	0,0007
	145 + 80 mm	0,013	0,016	0,003	0,0007
	145 + 100 mm	0,011	0,013	0,004	0,0007
	160 + 40 mm	0,019	0,023	0,002	0,0006
	160 + 60 mm	0,015	0,019	0,002	0,0007
	160 + 80 mm	0,013	0,016	0,003	0,0007
	160 + 100 mm	0,011	0,013	0,003	0,0007
	180 + 40 mm	0,018	0,022	0,002	0,0005
	180 + 60 mm	0,015	0,018	0,002	0,0006
	180 + 80 mm	0,013	0,016	0,003	0,0006
	180 + 100 mm	0,011	0,013	0,003	0,0007

6.3.3 Mur avec isolation complémentaire intérieure :

Tableau 29


Isolation entre montant + int Simple montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		$\Psi_{\text{contre ossature}}$ en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,014	0,016	0,004	0,0009
	60 + 120 mm	0,011	0,013	0,005	0,0011
	40 + 145 mm	0,013	0,016	0,003	0,0008
	60 + 145 mm	0,011	0,013	0,004	0,0009
	40 + 160 mm	0,013	0,016	0,003	0,0006
	60 + 160 mm	0,011	0,013	0,004	0,0008
	40 + 180 mm	0,013	0,015	0,002	0,0006
	60 + 180 mm	0,010	0,013	0,003	0,0008
	40 + 220 mm	0,012	0,014	0,002	0,0004
	60 + 220 mm	0,010	0,012	0,002	0,0006
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,008	0,016	0,003	0,0003
	60 + 120 mm	0,006	0,013	0,004	0,0003
	40 + 145 mm	0,013	0,009	0,002	0,0003
	60 + 145 mm	0,011	0,008	0,003	0,0002
	40 + 160 mm	0,013	0,009	0,002	0,0002
	60 + 160 mm	0,011	0,007	0,002	0,0002
	40 + 180 mm	0,007	0,009	0,001	0,0002
	60 + 180 mm	0,006	0,007	0,002	0,0002
	40 + 220 mm	0,006	0,008	0,001	0,0001
	60 + 220 mm	0,006	0,007	0,002	0,0002

Tableau 30


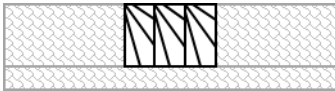
Isolation entre montant + int Double montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		$\Psi_{\text{contre ossature}}$ en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,024	0,029	0,004	0,0018
	60 + 120 mm	0,019	0,022	0,005	0,0020
	40 + 145 mm	0,024	0,029	0,003	0,0015
	60 + 145 mm	0,019	0,023	0,004	0,0018
	40 + 160 mm	0,023	0,028	0,003	0,0015
	60 + 160 mm	0,019	0,023	0,004	0,0016
	40 + 180 mm	0,023	0,028	0,002	0,0013
	60 + 180 mm	0,019	0,023	0,003	0,0015
	40 + 220 mm	0,022	0,026	0,002	0,0010
	60 + 220 mm	0,018	0,022	0,002	0,0013
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,015	0,018	0,003	0,0007
	60 + 120 mm	0,012	0,014	0,004	0,0007
	40 + 145 mm	0,014	0,017	0,002	0,0005
	60 + 145 mm	0,011	0,014	0,003	0,0006
	40 + 160 mm	0,014	0,017	0,002	0,0005
	60 + 160 mm	0,011	0,014	0,002	0,0006
	40 + 180 mm	0,013	0,016	0,001	0,0005
	60 + 180 mm	0,011	0,013	0,002	0,0006
	40 + 220 mm	0,012	0,015	0,001	0,0003
	60 + 220 mm	0,010	0,013	0,002	0,0004

Tableau 31

Isolation entre montant + int Triple montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		$\Psi_{\text{contre ossature}}$ en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,034	0,041	0,004	0,0027
	60 + 120 mm	0,026	0,031	0,005	0,0029
	40 + 145 mm	0,034	0,041	0,003	0,0023
	60 + 145 mm	0,026	0,032	0,004	0,0026
	40 + 160 mm	0,033	0,040	0,003	0,0022
	60 + 160 mm	0,026	0,039	0,004	0,0020
	40 + 180 mm	0,032	0,040	0,002	0,0019
	60 + 180 mm	0,026	0,032	0,003	0,0022
	40 + 220 mm	0,031	0,037	0,002	0,0016
	60 + 220 mm	0,026	0,031	0,002	0,0019
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,021	0,026	0,003	0,0009
	60 + 120 mm	0,017	0,020	0,004	0,0010
	40 + 145 mm	0,021	0,025	0,002	0,0008
	60 + 145 mm	0,017	0,020	0,003	0,0009
	40 + 160 mm	0,020	0,025	0,002	0,0008
	60 + 160 mm	0,016	0,024	0,002	0,0006
	40 + 180 mm	0,019	0,024	0,001	0,0006
	60 + 180 mm	0,016	0,020	0,002	0,0007
	40 + 220 mm	0,018	0,022	0,001	0,0005
	60 + 220 mm	0,015	0,019	0,002	0,0006

6.3.4 Mur avec isolation complémentaire intérieure et extérieure :

Tableau 32


Isolation entre montant + isolation complémentaire intérieure et extérieure - Simple montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		Ψ_{contre} ossature int et ext. en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,007	0,008	0,007	0,0008
	40 + 120 + 80 mm	0,006	0,007	0,007	0,0009
	40 + 120 + 100 mm	0,005	0,006	0,008	0,0008
	60 + 120 + 60 mm	0,006	0,007	0,007	0,0009
	60 + 120 + 80 mm	0,005	0,006	0,007	0,0008
	60 + 120 + 100 mm	0,004	0,005	0,007	0,0009
	40 + 145 + 60 mm	0,007	0,009	0,005	0,0008
	40 + 145 + 80 mm	0,006	0,007	0,006	0,0009
	40 + 145 + 100 mm	0,005	0,006	0,006	0,0008
	60 + 145 + 60 mm	0,006	0,007	0,006	0,0009
	60 + 145 + 80 mm	0,005	0,006	0,006	0,0008
	60 + 145 + 100 mm	0,005	0,005	0,006	0,0008
	40 + 180 + 60 mm	0,007	0,009	0,004	0,0008
	40 + 180 + 80 mm	0,006	0,008	0,005	0,0008
	40 + 180 + 100 mm	0,006	0,007	0,005	0,0008
	60 + 180 + 60 mm	0,006	0,008	0,004	0,0007
	60 + 180 + 80 mm	0,006	0,007	0,005	0,0008
	60 + 180 + 100 mm	0,005	0,006	0,005	0,0007
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,004	0,005	0,004	0,0003
	40 + 120 + 80 mm	0,004	0,004	0,005	0,0003
	40 + 120 + 100 mm	0,003	0,004	0,005	0,0003
	60 + 120 + 60 mm	0,004	0,004	0,005	0,0002
	60 + 120 + 80 mm	0,003	0,004	0,005	0,0003
	60 + 120 + 100 mm	0,003	0,003	0,005	0,0003
	40 + 145 + 60 mm	0,004	0,005	0,003	0,0003
	40 + 145 + 80 mm	0,004	0,004	0,004	0,0003
	40 + 145 + 100 mm	0,003	0,004	0,004	0,0003
	60 + 145 + 60 mm	0,004	0,004	0,004	0,0003
	60 + 145 + 80 mm	0,003	0,004	0,004	0,0002
	60 + 145 + 100 mm	0,003	0,003	0,004	0,0003
	40 + 180 + 60 mm	0,004	0,005	0,003	0,0003
	40 + 180 + 80 mm	0,004	0,005	0,003	0,0002
	40 + 180 + 100 mm	0,003	0,004	0,003	0,0003
	60 + 180 + 60 mm	0,004	0,005	0,003	0,0002
	60 + 180 + 80 mm	0,003	0,004	0,003	0,0003
	60 + 180 + 100 mm	0,003	0,003	0,003	0,0003

Tableau 33

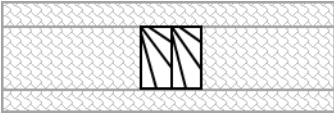
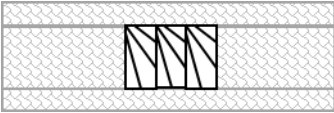
Isolation entre montant + isolation complémentaire intérieure et extérieure - double montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		Ψ_{contre} ossature int et ext. en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,012	0,014	0,006	0,0017
	40 + 120 + 80 mm	0,010	0,011	0,007	0,0017
	40 + 120 + 100 mm	0,008	0,010	0,007	0,0015
	60 + 120 + 60 mm	0,010	0,011	0,007	0,0016
	60 + 120 + 80 mm	0,008	0,010	0,007	0,0015
	60 + 120 + 100 mm	0,007	0,008	0,008	0,0014
	40 + 145 + 60 mm	0,012	0,015	0,005	0,0016
	40 + 145 + 80 mm	0,011	0,012	0,006	0,0015
	40 + 145 + 100 mm	0,009	0,011	0,006	0,0015
	60 + 145 + 60 mm	0,010	0,012	0,006	0,0016
	60 + 145 + 80 mm	0,009	0,010	0,006	0,0015
	60 + 145 + 100 mm	0,008	0,009	0,006	0,0015
	40 + 180 + 60 mm	0,013	0,015	0,004	0,0014
	40 + 180 + 80 mm	0,011	0,013	0,004	0,0014
	40 + 180 + 100 mm	0,010	0,011	0,005	0,0014
	60 + 180 + 60 mm	0,011	0,013	0,004	0,0014
	60 + 180 + 80 mm	0,009	0,011	0,005	0,0014
	60 + 180 + 100 mm	0,008	0,010	0,005	0,0014
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,007	0,009	0,004	0,0006
	40 + 120 + 80 mm	0,006	0,008	0,004	0,0005
	40 + 120 + 100 mm	0,005	0,007	0,005	0,0005
	60 + 120 + 60 mm	0,006	0,006	0,004	0,0004
	60 + 120 + 80 mm	0,005	0,005	0,005	0,0005
	60 + 120 + 100 mm	0,005	0,005	0,005	0,0004
	40 + 145 + 60 mm	0,008	0,009	0,003	0,0005
	40 + 145 + 80 mm	0,007	0,008	0,004	0,0006
	40 + 145 + 100 mm	0,018	0,007	0,004	0,0005
	60 + 145 + 60 mm	0,007	0,008	0,004	0,0006
	60 + 145 + 80 mm	0,006	0,007	0,004	0,0005
	60 + 145 + 100 mm	0,005	0,006	0,004	0,0005
	40 + 180 + 60 mm	0,008	0,010	0,003	0,0004
	40 + 180 + 80 mm	0,007	0,008	0,003	0,0005
	40 + 180 + 100 mm	0,006	0,007	0,003	0,0005
	60 + 180 + 60 mm	0,007	0,008	0,003	0,0005
	60 + 180 + 80 mm	0,006	0,007	0,003	0,0005
	60 + 180 + 100 mm	0,005	0,006	0,003	0,0004

Tableau 34

Isolation entre montant + isolation complémentaire intérieure et extérieure - triple montant 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	Ψ_{montant} en W/(m.K)		Ψ_{contre} ossature int et ext. en W/(m.K)	$\chi_{\text{croisement}}$ en W/K
		Montant 36 mm	Montant 45 mm		
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,016	0,019	0,007	0,0024
	40 + 120 + 80 mm	0,013	0,016	0,007	0,0023
	40 + 120 + 100 mm	0,011	0,013	0,008	0,0021
	60 + 120 + 60 mm	0,013	0,016	0,007	0,0022
	60 + 120 + 80 mm	0,011	0,013	0,007	0,0021
	60 + 120 + 100 mm	0,010	0,011	0,007	0,0020
	40 + 145 + 60 mm	0,017	0,020	0,005	0,0022
	40 + 145 + 80 mm	0,014	0,017	0,006	0,0022
	40 + 145 + 100 mm	0,012	0,014	0,006	0,0021
	60 + 145 + 60 mm	0,014	0,017	0,006	0,0022
	60 + 145 + 80 mm	0,012	0,014	0,006	0,0021
	60 + 145 + 100 mm	0,010	0,012	0,006	0,0020
	40 + 180 + 60 mm	0,018	0,021	0,004	0,0021
	40 + 180 + 80 mm	0,015	0,018	0,005	0,0021
	40 + 180 + 100 mm	0,013	0,016	0,005	0,0020
	60 + 180 + 60 mm	0,015	0,018	0,004	0,0021
	60 + 180 + 80 mm	0,013	0,015	0,005	0,0020
	60 + 180 + 100 mm	0,011	0,013	0,005	0,0019
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,011	0,013	0,004	0,0008
	40 + 120 + 80 mm	0,009	0,011	0,005	0,0008
	40 + 120 + 100 mm	0,008	0,009	0,005	0,0008
	60 + 120 + 60 mm	0,009	0,011	0,005	0,0008
	60 + 120 + 80 mm	0,007	0,009	0,005	0,0008
	60 + 120 + 100 mm	0,007	0,008	0,005	0,0007
	40 + 145 + 60 mm	0,011	0,013	0,003	0,0008
	40 + 145 + 80 mm	0,009	0,011	0,004	0,0008
	40 + 145 + 100 mm	0,008	0,010	0,004	0,0007
	60 + 145 + 60 mm	0,009	0,011	0,004	0,0007
	60 + 145 + 80 mm	0,008	0,010	0,004	0,0007
	60 + 145 + 100 mm	0,007	0,008	0,004	0,0006
	40 + 180 + 60 mm	0,011	0,014	0,003	0,0007
	40 + 180 + 80 mm	0,010	0,012	0,003	0,0007
	40 + 180 + 100 mm	0,008	0,010	0,003	0,0007
	60 + 180 + 60 mm	0,010	0,012	0,003	0,0007
	60 + 180 + 80 mm	0,008	0,010	0,003	0,0007
	60 + 180 + 100 mm	0,007	0,009	0,003	0,0007


6.4 Valeurs tabulées ΔU

On donne dans le présent paragraphe des valeurs par défaut de ΔU correspondant à la part de transmission surfacique induit par l'ensemble des ponts thermiques intégrés présent dans une paroi à ossature bois.

6.4.1 Isolation entre montants


Valeur ΔU : Mur avec isolation entre montants - Paroi complète à ossature simple uniformément répartie

Tableau 35

Isolation entre montant 	Epaisseur d'isolant	ΔU en W/(m².K)	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,07	0,04
	180 mm	0,06	0,04
	220 mm	0,05	0,03
	260 mm	0,05	0,03
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,04	0,02
	180 mm	0,03	0,02
	220 mm	0,03	0,02
	260 mm	0,02	0,02

Exemple ΔU : Mur avec isolation entre montants - Paroi avec une alternance de double montant et de simple montant uniformément répartie


Tableau 36

Isolation entre montant 	Epaisseur d'isolant	ΔU en W/(m².K)	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,09	0,06
	180 mm	0,08	0,06
	220 mm	0,07	0,05
	260 mm	0,07	0,04
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	145 mm	0,05	0,03
	180 mm	0,05	0,03
	220 mm	0,04	0,03
	260 mm	0,04	0,02

6.4.2 Isolation complémentaire extérieure

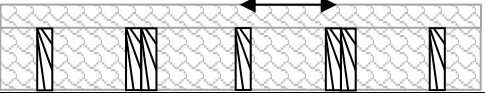
Paroi complète à ossature simple de 45 mm uniformément répartie

Tableau 37

Isolation entre montant + ext. 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	ΔU en $W/(m^2.K)$	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,05	0,03
	120 + 100 mm	0,04	0,03
	145 + 40 mm	0,05	0,03
	145 + 100 mm	0,03	0,03
	160 + 40 mm	0,04	0,03
	160 + 100 mm	0,03	0,03
	180 + 40 mm	0,04	0,03
	180 + 100 mm	0,03	0,02
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,03	0,02
	120 + 100 mm	0,02	0,02
	145 + 40 mm	0,03	0,02
	145 + 100 mm	0,02	0,02
	160 + 40 mm	0,03	0,02
	160 + 100 mm	0,02	0,01
	180 + 40 mm	0,02	0,02
	180 + 100 mm	0,02	0,01

Paroi avec une alternance de double montant de 45 mm et de simple montant de 45 mm uniformément répartie


Tableau 38

Isolation entre montant + ext. 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	ΔU en $W/(m^2.K)$	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,07	0,05
	120 + 100 mm	0,05	0,04
	145 + 40 mm	0,06	0,04
	145 + 100 mm	0,05	0,04
	160 + 40 mm	0,06	0,04
	160 + 100 mm	0,05	0,03
	180 + 40 mm	0,06	0,04
	180 + 100 mm	0,05	0,03
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	120 + 40 mm	0,04	0,03
	120 + 100 mm	0,03	0,02
	145 + 40 mm	0,04	0,03
	145 + 100 mm	0,03	0,02
	160 + 40 mm	0,04	0,02
	160 + 100 mm	0,03	0,02
	180 + 40 mm	0,03	0,02
	180 + 100 mm	0,03	0,02

6.4.3 Isolation complémentaire intérieure


Paroi complète à ossature simple de 45 mm uniformément répartie

Tableau 39

Isolation entre montant + int. 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	ΔU en $W/(m^2.K)$	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,05	0,04
	60 + 120 mm	0,05	0,03
	40 + 220 mm	0,04	0,03
	60 + 220 mm	0,04	0,03
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,05	0,03
	60 + 120 mm	0,04	0,03
	40 + 220 mm	0,02	0,02
	60 + 220 mm	0,02	0,01

Paroi avec une alternance de double montant et de simple montant de 45 mm uniformément répartie

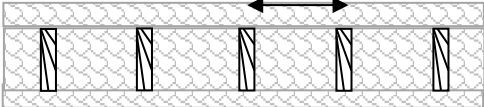
Tableau 40

Isolation entre montant + int. 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	ΔU en $W/(m^2.K)$	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,08	0,05
	60 + 120 mm	0,07	0,05
	40 + 220 mm	0,06	0,04
	60 + 220 mm	0,05	0,04
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 mm	0,05	0,04
	60 + 120 mm	0,04	0,03
	40 + 220 mm	0,03	0,02
	60 + 220 mm	0,03	0,02

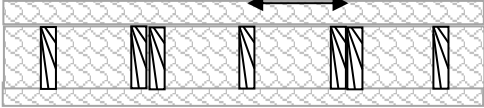
6.4.4 Isolation complémentaire intérieure et extérieure

Paroi complète à ossature simple uniformément répartie

Tableau 41

<div>Isolation entre montant + int. + ext.</div> 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	ΔU en W/(m².K)	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,03	0,03
	60 + 120 + 60 mm	0,03	0,03
	40 + 120 + 100 mm	0,03	0,02
	60 + 120 + 100 mm	0,03	0,02
	40 + 180 + 60 mm	0,03	0,02
	60 + 180 + 60 mm	0,03	0,02
	40 + 180 + 100 mm	0,03	0,02
	60 + 180 + 100 mm	0,03	0,02
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,02	0,02
	60 + 120 + 60 mm	0,02	0,02
	40 + 120 + 100 mm	0,02	0,01
	60 + 120 + 100 mm	0,02	0,01
	40 + 180 + 60 mm	0,02	0,01
	60 + 180 + 60 mm	0,02	0,01
	40 + 180 + 100 mm	0,02	0,01
	60 + 180 + 100 mm	0,02	0,01

Paroi avec une alternance de double montant et de simple montant uniformément répartie
 Tableau 42

Isolation entre montant + int. + ext. 	Epaisseur d'isolant de l'intérieur vers l'extérieur	ΔU en $W/(m^2.K)$	
		Entraxe 400 mm	Entraxe 600 mm
$\lambda_{\text{bois}} = 0.18 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,05	0,04
	60 + 120 + 60 mm	0,04	0,03
	40 + 120 + 100 mm	0,04	0,03
	60 + 120 + 100 mm	0,04	0,03
	40 + 180 + 60 mm	0,05	0,03
	60 + 180 + 60 mm	0,04	0,03
	40 + 180 + 100 mm	0,04	0,03
	60 + 180 + 100 mm	0,04	0,03
$\lambda_{\text{bois}} = 0.11 \text{ W/(m.K)}$	40 + 120 + 60 mm	0,03	0,02
	60 + 120 + 60 mm	0,03	0,02
	40 + 120 + 100 mm	0,02	0,02
	60 + 120 + 100 mm	0,02	0,02
	40 + 180 + 60 mm	0,03	0,02
	60 + 180 + 60 mm	0,02	0,02
	40 + 180 + 100 mm	0,02	0,02
	60 + 180 + 100 mm	0,02	0,02

7. MURS A ISOLATION ENTRE OSSATURE METALLIQUE

7.1 Description

Bardages acier double peau constitués, côté intérieur, de plateaux acier horizontaux fixés sur leur structure (acier, béton ou bois) et côté extérieur, de profilés acier nervurés. Une ou deux couches d'isolant sont placées entre les peaux, avec ou sans écarteurs, avec ou sans lame d'air derrière la peau extérieure. La structure est située à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment.

7.2 Formule

Le coefficient global U_p de la paroi se calcule en fonction du coefficient surfacique en partie courante (hors ponts thermiques intégrés) U_c et des coefficients linéiques et ponctuels Ψ et χ des ponts thermiques intégrés, calculés selon la formule décrite dans les méthodes Th-bat du fascicule « Parois Opaques » dans laquelle :

Ψ_i est le coefficient linéique du pont thermique intégré i , en $W/(m.K)$;

L_i est le linéaire du pont thermique i , en m ;

χ_j est le coefficient ponctuel du pont thermique intégré j , en W/K ;

A est la surface totale de la paroi, en m^2 .

On peut aussi réécrire cette relation sous la forme :

$U_p = U_c + \Delta U$ (Formule 15') ; avec,

Le calcul du coefficient de transmission global d'une paroi peut se calculer au choix par utilisation de la formule (15) et des valeurs tabulées des coefficients Ψ (W/(m.K)) et χ (W/K) donnés ci-après, ou, à défaut d'informations précises sur les paramètres géométriques de la paroi, de façon simplifiée, par l'utilisation de la formule (15') et des valeurs ΔU également données dans les valeurs tabulées.

Il est à noter que l'utilisation de la méthode simplifiée appliquée aux cas courants donne des résultats au mieux équivalents à ceux obtenus par la méthode détaillée.

7.3 Valeurs tabulées et par défaut

Les valeurs par défaut données ci-après des coefficients de déperdition linéique ψ (W/(m.K)) et χ (W/K) tiennent compte des hypothèses suivantes, à moduler au cas par cas précisé dans chacun des paragraphes :

- isolants thermiques :
 - conductivité thermique de 0,032 à 0,05 W/(m.K) ;
 - résistance thermique de 1 à 5 m².K/W ;
 - pincement éventuel, selon technologie, entre les lèvres de plateaux et les profilés de bardages ou les écarteurs forfaitairement pris égal à 5 mm ;
 - isolant rainuré selon la technologie ;
- plateaux horizontaux du côté intérieur :
 - largeur L_p comprise entre 400 et 600 mm ;
 - profondeur p comprise entre 70 et 100 mm ;
 - épaisseur de tôle $e_p = 0,75$ mm (valeur courante) ou 1 mm ;
- profilés de bardage :
 - profondeur des nervures : 0 à 50 mm ;
 - épaisseur des tôles : 0,63 à 1 mm ;
 - entraxe des nervures E_n : 100 à 350 mm ;
- écarteurs :
 - profils en acier en « Zed » ou en « Omega », d'épaisseur $\geq 1,5$ mm ;
 - largeur : 70 à 80 mm ;
 - hauteur comprise entre 40 et 80 mm avec une valeur courante de 60 mm ;
 - entraxe E_c de 1 à 2 m ;
- vis de fixation :
 - diamètre : 4 à 6,5 mm ;
 - densité courante de 2,5 vis/m².

Nota : en cas d'isolant pincé par le profilé de bardage sur les lèvres des plateaux, le calcul de U_c pour deux couches d'isolants et une peau extérieure à nervures saillantes doit s'effectuer en fonction d'une épaisseur totale d'isolants égale à la profondeur des plateaux + 5 mm.

7.3.1.1 Isolation monocouche insérée dans les plateaux (bardage en pose avec nervures verticales, selon règles bardages)

Isolant remplissant totalement les plateaux.

Tableau 43

Largeur du plateau L_p (mm)	$\Psi_{\text{lèvres plateaux}}$ (W/(m.K))	$\chi_{\text{croisement}}^{(1)}$ (W/K)	ΔU (W/(m².K)) $E_{\text{nervure}} \geq 180$ mm ⁽²⁾
500	0,29	0,014	0,74
450			0,82
400			0,92
1. Croisement correspond au pont thermique présent aux croisements entre les lèvres des plateaux et les nervures.			
2. Si les conditions imposées pour le calcul de ΔU ne sont pas remplies, faire un calcul détaillé avec les ψ et χ .			

En l'absence de données suffisantes pour utiliser le tableau, prendre : $\Delta U = 0,92$ W/(m².K).

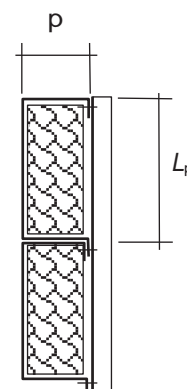


Figure 9

7.3.1.2 Isolation pincée entre le plateau et le profil extérieur (bardage en pose avec nervures verticales sans écarteur)

Deux configurations d'isolant :

- isolant en monocouche filante devant plateaux ;
- isolant en 2 couches (une insérée dans plateaux et l'autre filante devant plateaux).

Deux configurations de tôle nervurée :

- tôle extérieure avec nervures en creux ;
- tôle extérieure avec nervures saillantes.

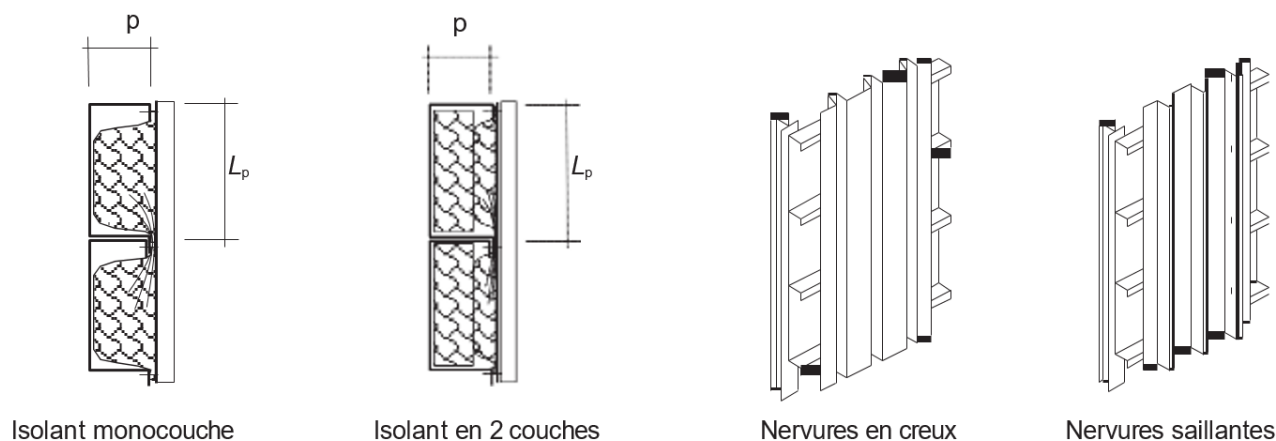


Figure 10

Tableau 44 : Nervures saillantes selon règles bardages

Profondeur du plateau p (mm)	Largeur du plateau L_p (mm)	$\Psi_{\text{levres plateaux}}$ (W/(m.K))	χ_{vis} (W/K)	ΔU (W/(m ² .K)) $d \leq 4 \text{ vis/m}^2$ ⁽¹⁾
70	400	0,16	0,01	0,44
	450			0,40
	500			0,36
90	400	0,17		0,47
	450			0,42
	500			0,38

Si les conditions imposées pour le calcul de ΔU ne sont pas remplies, faire un calcul détaillé avec les ψ et χ .

En l'absence de données suffisantes pour utiliser le tableau, prendre : $\Delta U = 0,47 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

Tableau 45 : Nervures en creux selon règles bardages

Profondeur du plateau p (mm)	Largeur du plateau L_p (mm)	$\Psi_{\text{levres plateaux}}$ (W/(m.K))	Ψ_{nervure} (W/(m.K))	$\chi_{\text{plat-nerv}}^{(1)}$ (W/K)	$\chi_{\text{vis}}(\text{W/K})$	ΔU (W/(m ² .K)) $d \leq 4 \text{ vis/m}^2$ $E_{\text{nervure}} \geq 180 \text{ mm}^{(2)}$
70	400	0,07	0,02	0,02	0,01	0,60
	450					0,55
	500					0,51
90	400	0,08	0,01			0,58
	450					0,52
	500					0,48

$\chi_{\text{plat-ecart}}$ correspond au pont thermique présent aux croisements entre les lèvres des plateaux et les nervures. Si les conditions imposées pour le calcul de ΔU ne sont pas remplies, faire un calcul détaillé avec les ψ et χ .

En l'absence de données suffisantes pour utiliser le tableau, prendre : $\Delta U = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

7.3.1.3 Isolation en deux couches avec écarteur (vertical ou biais)

Bardage en pose avec nervures horizontales ou verticales.

Une couche d'isolant insérée dans les plateaux et l'autre filante devant les plateaux et pincée derrière l'écarteur.

Profils de bardage : nervures en creux ou saillantes, entraxe écarteur 1,5 m, épaisseur tôle de 0,63 à 1 mm.

Densité de vis = 2,5/m².

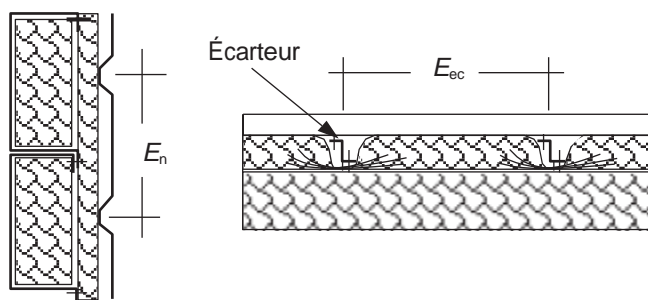


Figure 11

Tableau 46

Profondeur du plateau p (mm)	Largeur du plateau L_p (mm)	$\Psi_{\text{levres plateaux}}$ (W/(m.K))	Ψ_{ecarteur} (W/(m.K))	$\chi_{\text{plat-ecart}}^{(1)}$ (W/K)	χ_{vis} (W/K)	ΔU (W/(m ² .K)) $E_{\text{ecarteur}} \geq 1,5$ ⁽²⁾
70	400	0,036	0,026	0,018	0,023	0,20
	450					0,18
	500					0,17
90	400	0,042	0,018		0,022	0,20
	450					0,19
	500					0,18
$\chi_{\text{plat-ecart}}$ correspond au pont thermique présent aux croisements entre les lèvres des plateaux et les écarteurs. Si les conditions imposées pour le calcul de ΔU ne sont pas remplies, faire un calcul détaillé avec les ψ et χ .						

Si l'isolant extérieur n'est pas pincé par l'écarteur, ΔU doit être majoré de 0,01 W/(m².K).

En l'absence de données suffisantes pour utiliser le tableau, prendre : $\Delta U = 0,20$ W/(m².K).

7.3.1.4 Isolation en une couche rainurée avec fixations ponctuelles

Nota : cette technique est non traditionnelle. Par conséquent, ce paragraphe ne traite que de l'aspect thermique du procédé et ne préjuge en rien de son aptitude à l'emploi qui relève d'une procédure d'évaluation technique (Atec, DTA, ATex, etc.).

Bardage en pose avec nervures horizontales ou verticales.

Une seule couche d'isolant rainurée insérée dans les plateaux avec au moins 40 mm passant devant les lèvres de plateaux.

Les ossatures secondaires (lisses Z ou Ω) sont fixées aux lèvres de plateaux par des fixations ponctuelles spéciales sans écrasement de l'isolant.

Profilés de bardage : nervures en creux ou saillantes, entraxe ossature secondaire 1 ou 2 m, 1 ou 2 fixations ponctuelles par croisement lèvres de plateaux-ossature secondaire, épaisseur tôle de 0,63 à 1 mm.

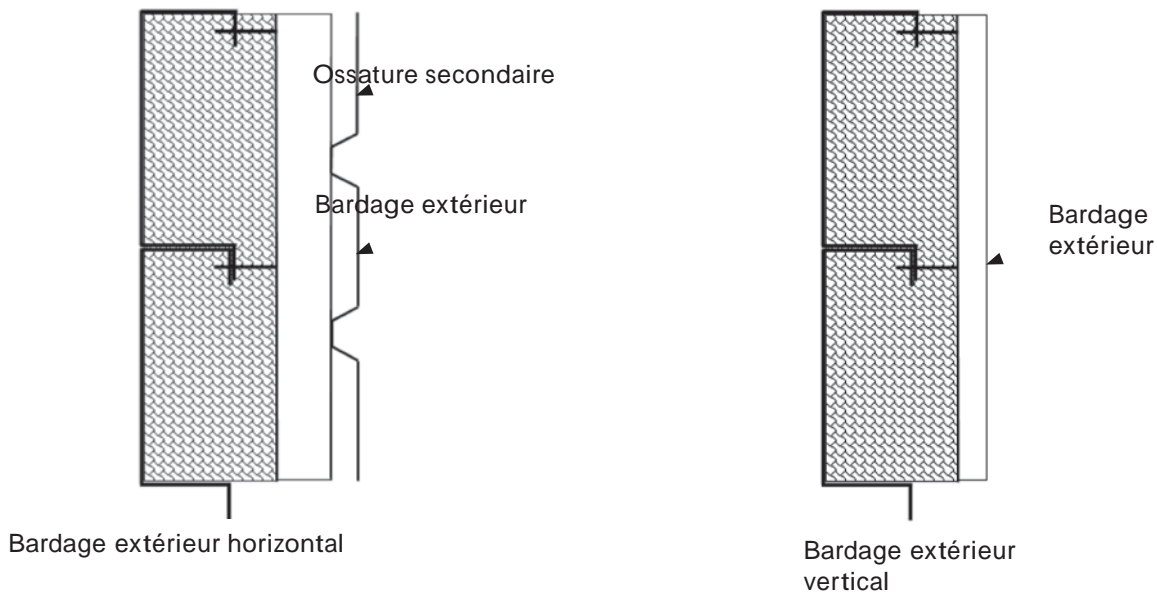


Figure 12

Tableau 47

					ΔU (W/(m ² .K))			
					Entraxe de l'ossature secondaire (m)			
					1		2	
					$n^{(*)}$			
Épaisseur totale d'isolant (mm)	Profondeur du plateau p (mm)	$\Psi_{\text{levres plateaux}}$ (W/(m.K))	χ_{vis} (W/K)	Largeur du plateau L_p (mm)	1	2	1	2
110	70	0,036	0,013	400	0,12	0,16	0,11	0,12
				450	0,11	0,14	0,09	0,11
				500	0,10	0,12	0,09	0,10
				600	0,08	0,10	0,07	0,08
130	70	0,025	0,010	400	0,09	0,11	0,08	0,09
				450	0,08	0,10	0,07	0,08
				500	0,07	0,09	0,06	0,07
				600	0,06	0,08	0,05	0,06
	90	0,043	0,012	400	0,14	0,17	0,12	0,14
				450	0,12	0,15	0,11	0,12
				500	0,11	0,13	0,10	0,11
				600	0,09	0,11	0,08	0,09
150	90	0,029	0,010	400	0,10	0,12	0,09	0,10
				450	0,09	0,11	0,08	0,09
				500	0,08	0,10	0,07	0,08
				600	0,07	0,08	0,06	0,07

Nombre de fixations ponctuelles à chaque croisement entre l'ossature secondaire et une lèvre de plateaux.

Nombre de fixations ponctuelles à chaque croisement entre l'ossature secondaire et une lèvre de plateaux.

7.3.1.5 Isolation en deux couches – une couche rainurée et une couche entre ossatures secondaires avec fixations ponctuelles

Nota : cette technique est non traditionnelle. Par conséquent, ce paragraphe ne traite que de l'aspect thermique du procédé et ne préjuge en rien de son aptitude à l'emploi qui relève d'une procédure d'évaluation technique (Atec, DTA, ATex, etc.).

Bardage en pose avec nervures horizontales ou verticales

Deux couches d'isolant – une couche rainurée insérée dans les plateaux avec au moins 40 mm passant devant les lèvres de plateaux et une seconde couche de 50 mm d'épaisseur pincée entre ossatures secondaires.

Les ossatures secondaires (lisses Z ou Ω) sont fixées aux lèvres de plateaux par des fixations ponctuelles spéciales sans écrasement de la première couche d'isolant.

Profilés de bardage : nervures en creux ou saillantes, entraxe ossature secondaire 1 ou 2 m, 1 ou 2 fixations ponctuelles par croisement lèvres de plateaux-ossature secondaire, épaisseur tôle de 0,63 à 1 mm.

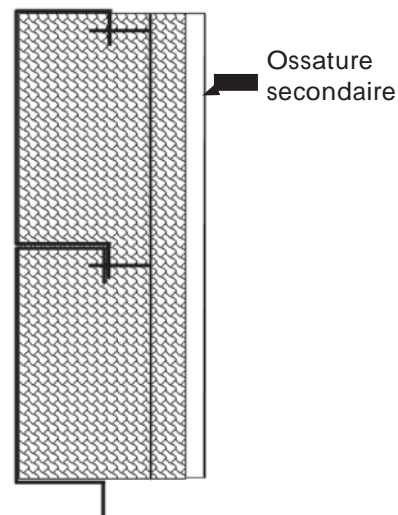


Figure 13

Tableau 48

							$\Delta U \text{ (W/(m}^2\text{.K))}$			
							Entraxe de l'ossature secondaire (m)			
							1		2	
							$n^{(*)}$			
Épaisseur totale d'isolant (mm)	Profondeur du plateau p (mm)	$\Psi_{\text{levres plateaux}}$ (W/(m.K))	$\Psi_{\text{ossature secondaire}}$ (W/(m.K))	χ_{vis} (W/K)	$\Psi_{\text{croisement}}^{(*)}$ (W/(m.K))	Largeur du plateau L_p (mm)	1	2	1	2
160	70	0,014	0,017	0,015	0,003	400	0,09	0,12	0,06	0,08
						450	0,08	0,10	0,06	0,07
						500	0,08	0,10	0,05	0,06
						600	0,07	0,08	0,05	0,05
180	70	0,011	0,013	0,012	0,002	400	0,07	0,09	0,05	0,06
						450	0,06	0,08	0,05	0,06
						500	0,06	0,08	0,04	0,05
						600	0,05	0,07	0,04	0,04
	90	0,017	0,013	0,016	0,004	400	0,10	0,12	0,07	0,08
						450	0,09	0,11	0,07	0,08
						500	0,08	0,10	0,06	0,07
						600	0,07	0,08	0,05	0,06
200	90	0,014	0,011	0,011	0,002	400	0,08	0,10	0,06	0,07
						450	0,07	0,09	0,05	0,06
						500	0,06	0,08	0,05	0,06
						600	0,05	0,07	0,04	0,05
Pont thermique ponctuel lié au croisement entre une lèvre de plateau et une ossature secondaire.										
Nombre de fixations ponctuelles à chaque croisement entre l'ossature secondaire et une lèvre de plateaux.										

Illustration

Calcul du coefficient U_p pour un bardage acier à nervures horizontales, constitué de plateaux horizontaux, et isolés en deux couches, avec présence d'écarteurs verticaux.

Description de la paroi :

- largeur du plateau $L_p = 450 \text{ mm}$;
- profondeur du plateau $p = 70 \text{ mm}$;
- densité de vis : $d = 2,5 \text{ vis/m}^2$;
- entraxe écarteur $E_{\text{ecarteur}} = 2 \text{ m}$;
- première couche d'isolant $e_1 = 70 \text{ mm}$ (insérée dans les plateaux) ;
- deuxième couche d'isolant $e_2 = 60 \text{ mm}$ (filant devant les plateaux) ;
- conductivité des isolants $\lambda = 0,04 \text{ W/(m.K)}$;
- $R_{\text{si}} + R_{\text{se}} = 0,17 \text{ m}^2\text{.K/W}$.

Calcul du coefficient de transmission en partie courante :

$$U_c = \frac{1}{R_{\text{se}} + \frac{e_1}{\lambda} + \frac{e_2}{\lambda} + R_{\text{si}}} = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Méthode détaillée

Lecture des valeurs tabulées correspondant à la configuration (cf. Tableau 46) :

$\Psi_{\text{levres plateaux}} \text{ (W/(m.K))}$	$\Psi_{\text{ecarteur}} \text{ (W/(m.K))}$	$\chi_{\text{plat-ecart}} \text{ (W/K)}$	$\chi_{\text{vis}} \text{ (W/K)}$
0,036	0,026	0,018	0,023

Calcul des linéaires de ponts thermiques pour une surface de paroi $A = 1 \text{ m}^2$:

- pour les lèvres de plateaux : $L_{\text{levres plateaux}} = A/L_p = 2,22 \text{ m}$;
- pour les écarteurs : $L_{\text{ecarteur}} = A/E_{\text{ecarteur}} = 0,5 \text{ m}$.

Calcul du nombre de croisements lèvres de plateaux–écarteurs pour une surface de paroi $A = 1 \text{ m}^2$:

$$n_{\text{plat-ecart}} = A / (E_{\text{ecarteur}} \times L_p) = 1,11.$$

Calcul de U_p par la formule (15) :

$$U_p = U_c + \frac{\Psi_{\text{levresplateaux}} L_{\text{levresplateaux}} + \Psi_{\text{ecarteur}} L_{\text{ecarteur}} + \chi_{\text{plat-ecart}} n_{\text{plat-ecart}}}{A} + \chi_{\text{vis}} d ;$$

$$U_p = 0,46 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Méthode simplifiée

Lecture de la valeur de ΔU : $\Delta U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Calcul de U_p par la formule (15') :

$$U_p = U_c + \Delta U ;$$

$$U_p = 0,47 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

8. MURS SANDWICHS LOURDS

8.1 Description

Le présent paragraphe traite des parois isolées au moyen de panneaux sandwichs lourds constitués des éléments suivants :

- Voile intérieur (porteur ou non porteur) en béton armé de 10 à 25 cm.
- Isolant d'épaisseur supérieure ou égale à 6 cm quelle que soit sa nature.
- Voile extérieur d'épaisseur comprise entre 5 et 10 cm.

Dans ce type de procédé, les joints entre panneaux ainsi que les éléments de fixations ponctuels assurant la liaison entre les deux voiles en béton peuvent dégrader de façon plus ou moins importante la performance thermique déterminée en partie courante.

Dans ce chapitre on donne la méthode de calcul de la transmission surfacique U_p et les valeurs par défauts des principaux ponts thermiques intégrés à prendre en compte dans ce type de procédé.

8.2 Formule

Le coefficient de transmission surfacique U_p de la paroi se calcule en additionnant la transmission thermique surfacique en partie courante U_c et le terme ΔU correspondant aux ponts thermiques intégrés induit par les éléments de fixations traversant l'isolant selon la formule générale suivante :

$$U_p = U_c + \Delta U = U_c + \sum \frac{\Psi_i}{E_i} + \sum n_j \cdot \chi_j$$

Où

U_c est le coefficient de transmission surfacique en partie courante calculé à partir de la relation suivante :

$$U_c = \frac{1}{R_{se} + R_T + R_{si}} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

R_{se} est la résistance superficielle extérieure ($R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{.K/W}$)

R_{si} est la résistance superficielle intérieure ($R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{.K/W}$ dans le cas d'une paroi verticale)

R_T est la somme des résistances thermiques des couches de matériaux homogènes constituant la paroi, exprimé en $\text{m}^2\text{.K/W}$,

$$R_T = \sum_n \frac{e_n}{\lambda_n}$$

e_n est l'épaisseur du matériau constituant la couche n du procédé en partie courante, exprimée en m,

λ_n est la conductivité thermique du matériau de la couche n, W/(m.K) ,

Ψ_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i, exprimé en W/(m.K) ;

E_i est l'entraxe du pont thermique linéique i, exprimé en m ;

χ_j est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, exprimée en W/K .

η_j est le nombre de ponts thermiques ponctuels j par m^2 de paroi.

8.3 Valeurs par défaut

Les coefficients Ψ_i et χ_j de ponts thermiques intégrés doivent être déterminés par calcul numérique selon le chapitre 2 du fascicule « ponts thermiques » des règles Th-bât ou plus généralement selon la norme NF EN ISO 10211. En l'absence d'un calcul spécifique correspondant au système étudié, les valeurs de ponts thermiques tabulées données ci-après peuvent être utilisées.

8.3.1 Ponts thermiques intégrés induits par les éléments de fixations

Tableau 49 : Coefficient χ_j des ancrages

e isolant [mm]	χ_j [W/K]				
	Cylindre en acier inox + béton		Plat en acier inox	Connecteur en fibre de verre	Connecteur en acier inox
	$\phi=250$	$\phi=100$	$\leq 3 \text{ mm}$	$\phi \leq 16 \text{ mm}$	$\phi \leq 8 \text{ mm}$
60	0,41	0,19	0,11	Négligeable	0,012
140	0,33	0,15	0,08		0,007
200	0,27	0,12	0,06		0,004

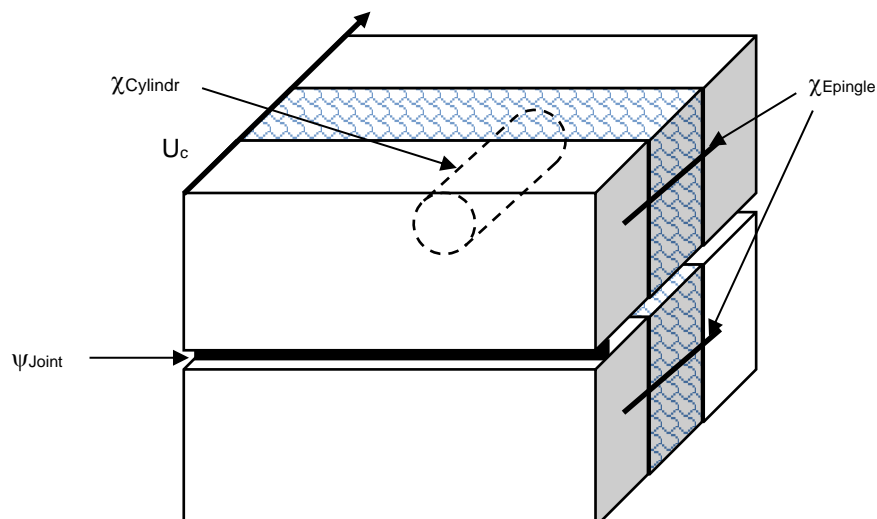
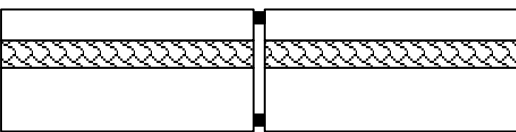
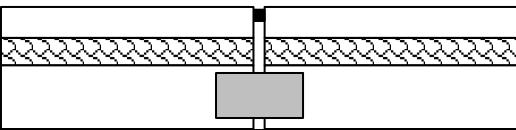
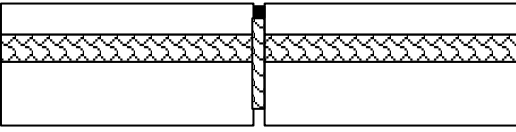


Figure 14 : Localisation des ponts thermiques intégrés

8.3.2 Ponts thermiques intégrés linéiques induits par les joints entre les panneaux.

Tableau 50

Type		Ψ en W/(m.K)
Etanchéité à l'air intérieure et extérieure avec cavité non remplie		0,10
Joint simple à l'extérieur avec clavetage en béton		0,07
Joint simple à l'extérieure + remplissage isolant		0