

Direction Isolation et Revêtements
Division HygroThermique des Ouvrages

N° affaire : 12-063

Le 17 Juin 2013

Réf. DIR/HTO 2013-170-FL/LS

**VALIDATION D'UN CATALOGUE DE PONTS
THERMIQUES DE LIAISONS INTEGRANT LE PROCEDE
THERMEDIA**

Version 1

Demandeur de l'étude :

Société : LAFARGE France
5 Bd Louis Loucheur
BP 302
92214 SAINT CLOUD Cedex

Auteur *	Approbateur	Vérificateur(s)
F. LEGUILLON 	S. FARKH 	L. SARRAZIN 

* Tél : 01 64 68 89 73

La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.
Ce rapport d'étude comporte 83 pages dont 3 pages d'annexes.

CONTENU

I.	OBJECTIF DE L'ETUDE	3
II.	DESCRIPTION SUCCINCTE.....	3
III.	METHODOLOGIE	4
	III.1 Principe.....	4
	III.2 Règles de calcul	4
	III.3 Hypothèses.....	4
	III.3.1 Géométrie.....	4
	III.3.2 Conductivité thermique des matériaux.....	4
	III.3.3 Conditions aux limites.....	5
	III.4 Formules.....	5
<hr/>		
IV.	RESULTATS.....	6

I. OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de cette étude est de valider, pour le compte de la société LAFARGE, un catalogue de ponts thermiques de liaisons intégrant le procédé de béton isolant THERMEDIA. Le catalogue validé se décline en trois versions pour les THERMEDIA 0.3, THERMEDIA 0.45 et THERMEDIA 0.6.

Les détails de calculs servant de base pour cette validation ont été transmis au CSTB par la société LAFARGE dans ses courriers électroniques du 18 mars 2013 et du 30 mai 2013.

Il est important de rappeler que les résultats présentés ici ne traitent que de l'aspect thermique du procédé et ne préjugent en rien de son aptitude à l'emploi.

II. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE

Procédé de paroi à base de béton léger THERMEDIA est utilisé principalement pour la réalisation de parois verticales de gros œuvre isolée par l'intérieur. Les épaisseurs des parois varient entre 10 et 30 cm.

Les planchers bas disposent d'une isolation thermique située en sous-face, sous chape flottante ou mixte. Le procédé étudié concerne également les planchers bas sur terre-plein.

Les planchers étudiés sont en béton plein et ont une épaisseur pouvant varier de 15 à 25 cm. Une chape flottante sur isolant peut être rajoutée au-dessus. Des configurations de plancher intermédiaire avec balcons sont également étudiées dans la présente étude.

Les planchers hauts sont de type toiture-terrasse avec acrotère en béton THERMEDIA et ont une épaisseur pouvant varier de 15 à 25 cm. Ils sont isolés uniquement par le dessus.

La figure 1 ci-dessous donne un aperçu du procédé étudié.

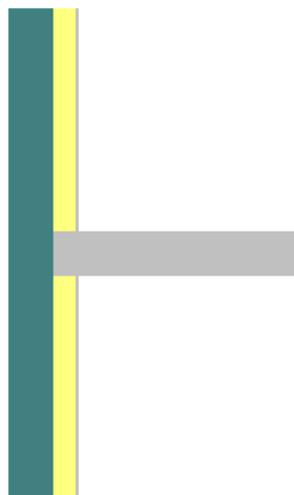


Figure 1 – Exemple de liaison au niveau du plancher intermédiaire

III. METHODOLOGIE

III.1 Principe

La détermination des ponts thermiques repose sur le calcul numérique d'un flux de chaleur transmis à travers un modèle géométrique en 2D.

Le coefficient de transmission linéique ψ du pont thermique s'obtient en retranchant au flux de chaleur traversant le modèle, les flux traversant les éléments de parois adjacents calculés au niveau des plans de coupe adiabatique.

III.2 Règles de calcul

Toutes les simulations ont été vérifiées conformément aux règles Th-Bât.

III.3 Hypothèses

III.3.1 Géométrie

Les revêtements ne sont pas pris en compte dans les calculs. Cette simplification a peu d'impact sur les résultats.

III.3.2 Conductivité thermique des matériaux

Matériaux	Conductivités thermiques utiles W/(m.K)	Sources
Béton armé de granulats courants avec moins de 1% d'acier parallèle au flux $\rho \leq 2600 \text{ kg/m}^3$	2	Règles Th-U édition 2007
Béton THERMEDIA 0.3	0,35 ⁽¹⁾	Compte rendu du GS20 du 26 mars 2013
Béton THERMEDIA 0.45	0,45 ⁽¹⁾	Compte rendu du GS20 du 25 avril 2013
Béton THERMEDIA 0.6	0,54 ⁽¹⁾	Décision du CTAT n°103 du 12 novembre 2009

⁽¹⁾ : Les conductivités thermiques utiles du béton THERMEDIA indiquées dans le tableau ci-dessus ont été majorées pour le calcul des ponts thermiques de liaison afin de tenir compte de la présence des armatures métalliques à la jonction entre les parois. La majoration du lambda a été obtenue avec une section d'armature dans le sens du flux thermique équivalente à 0,25% de la section de béton et n'est donc valable que pour cette hypothèse. La procédure de calcul correspondante ainsi que les valeurs retenues pour le calcul sont détaillées en annexe du présent rapport.

Tableau 1 – Conductivités thermiques des matériaux

III.3.3 Conditions aux limites

Conditions aux limites	Température d'ambiance (°C)	Coefficient d'échange superficiel (W/m².K)
Ambiance intérieure avec flux horizontal	20	7,7
Ambiance intérieure avec flux vertical descendant		5,9
Ambiance intérieure avec flux vertical ascendant		10
Vide sanitaire avec flux vertical	0	5,9
Vide sanitaire avec flux horizontale		7,7
Ambiance extérieure		25

Tableau 2 – Conditions aux limites

III.4 Formules

Le coefficient de transmission linéique Ψ de la liaison entre deux parois se calcule en retranchant au flux total le flux associé aux composants de parois adjacents déterminés séparément d'après la formule suivante :

$$\Psi = \frac{\varphi_T}{\Delta T} - \sum_{i=1}^N U_i \cdot L_i \quad \text{W/(m.K)}$$

Où

φ_T est le flux total traversant le modèle et obtenu par calcul numérique, exprimé en W/m.

ΔT est la différence de température entre les deux ambiances chaude et froide, exprimée en K.

U_i est le coefficient de transmission surfacique des composants i , exprimé en W/(m².K).

L_i est la longueur intérieure sur laquelle s'applique la valeur U_i dans le modèle géométrique 2D, exprimée en m.

N est le nombre de composants 1D.

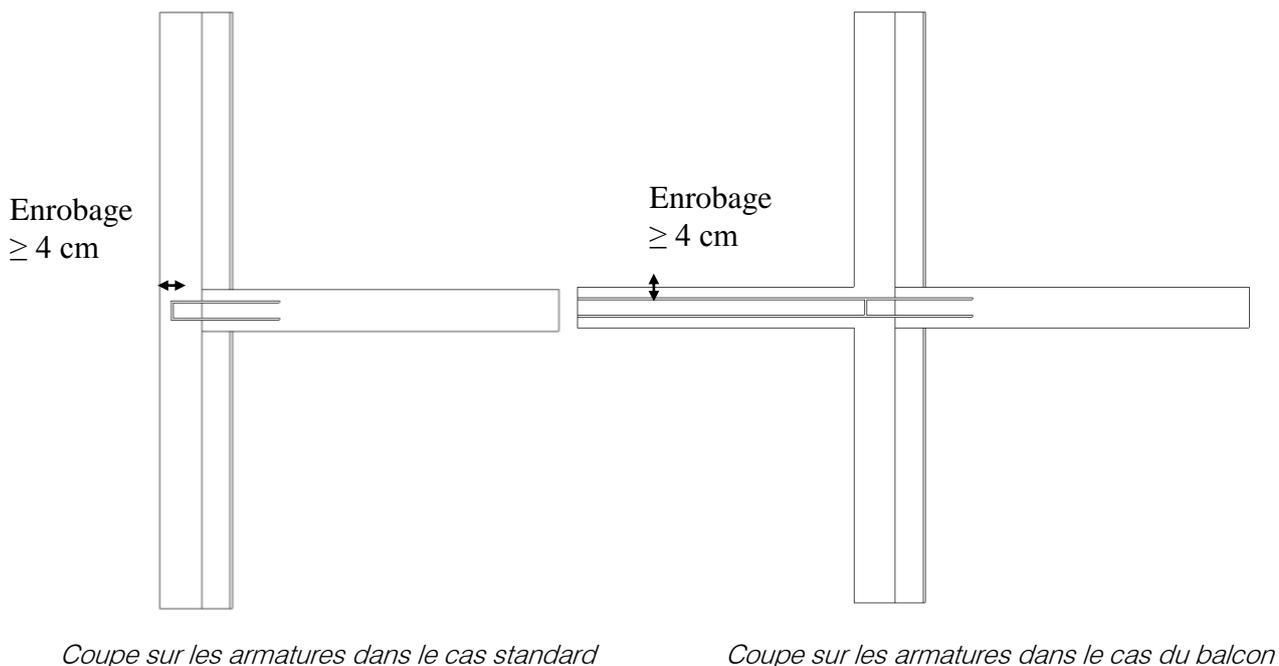
IV. RESULTATS

Les valeurs de ponts thermiques donnés ci-après ne sont valables que pour les hypothèses du §III.3.

Les armatures en aciers traversant le béton THERMEDIA dans le sens du flux ont été prises en compte selon une approche sécuritaire détaillée en annexe du présent rapport.

Par ailleurs, la limite de validité des valeurs de ponts thermiques fournis dans le présent rapport est donnée ci-dessous :

- Doublages intérieurs : épaisseur ≥ 100 mm ; conductivité thermique $\geq 29,5$ mW/(m.K)
- Isolation de la toiture terrasse : épaisseur ≥ 100 mm ; résistance thermique $\leq 9,3$ m².K/W
- Isolation en sous-face du plancher bas sur vide sanitaire : épaisseur ≥ 100 mm ; conductivité thermique ≥ 23 mW/(m.K).
- Isolation en sous-face du plancher bas sur terre-plein : épaisseur ≥ 60 mm ; résistance thermique $\leq 2,85$ m².K/W.
- Epaisseur de l'isolant sous chape $\geq 2,5$ cm ; Résistance thermique de l'isolant sous chape (R_{sc}) supérieure ou égale à 1 m².K/W.
- L'isolant situé entre l'extrémité de la chape et le mur doit avoir une résistance thermique R supérieure ou égale à 80% de la résistance thermique de l'isolant sous chape.
- Chape flottante en béton traditionnel d'épaisseur ≤ 5 cm
- La section équivalente des armatures métalliques situées à la jonction entre les parois et dans le sens du flux thermique est inférieure ou égale à 0,25% de la section de béton. Ce qui correspond à un cas standard d'une armature en U de diamètre 8 mm tous les 20 cm.
- Enrobage des aciers par le THERMEDIA ≥ 4 cm vis-à-vis de l'extérieur.



THERMEDIA 0.6

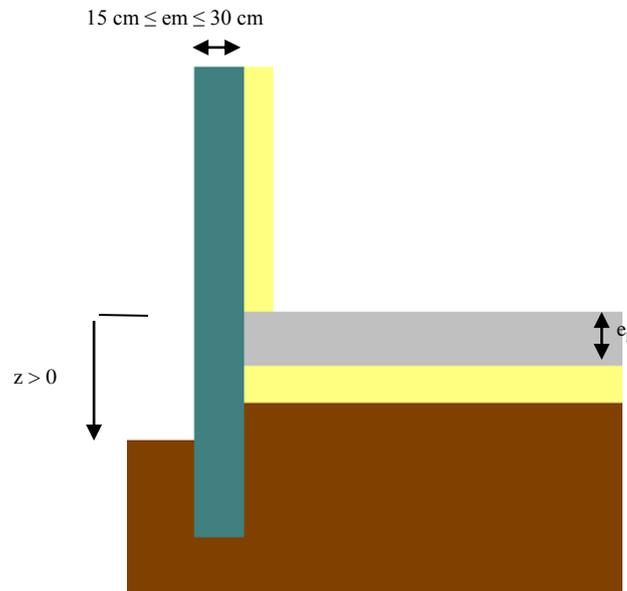
CATALOGUE DE VALEUR DE PONTS THERMIQUES

ψ en W/(m.K)

Liaisons avec un plancher bas

Dallage sur terre-plein

Dallage en béton isolé en sous-face sur toute sa surface et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

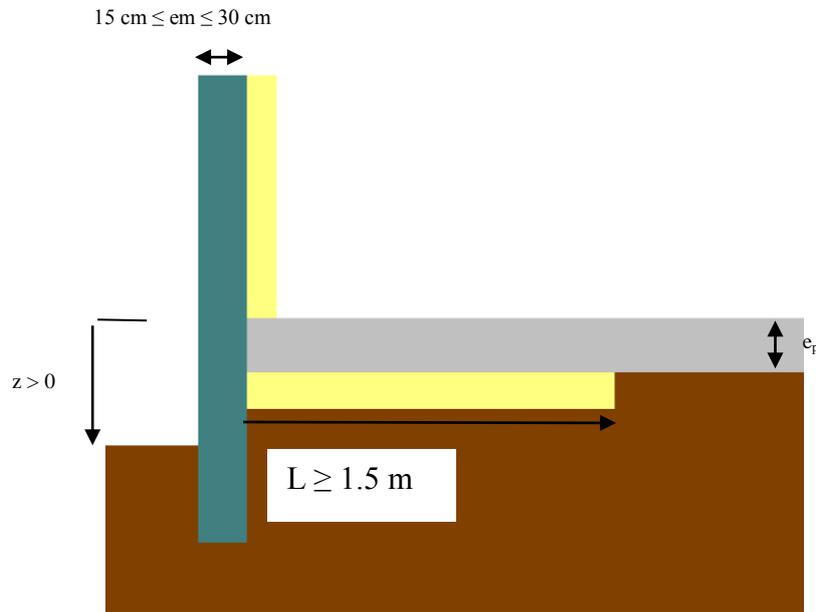
z (en cm)	Épaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,26	0,31	0,35
z = -40	0,30	0,35	0,40
z = -20	0,34	0,39	0,44
z = +20	0,41	0,48	0,54

em = 30 cm

z (en cm)	Épaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,24	0,27	0,30
z = -40	0,27	0,31	0,34
z = -20	0,29	0,34	0,37
z = +20	0,34	0,39	0,43

Les valeurs ont été validées sans modifications

Dallage en béton avec isolation périphérique horizontale ou verticale et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

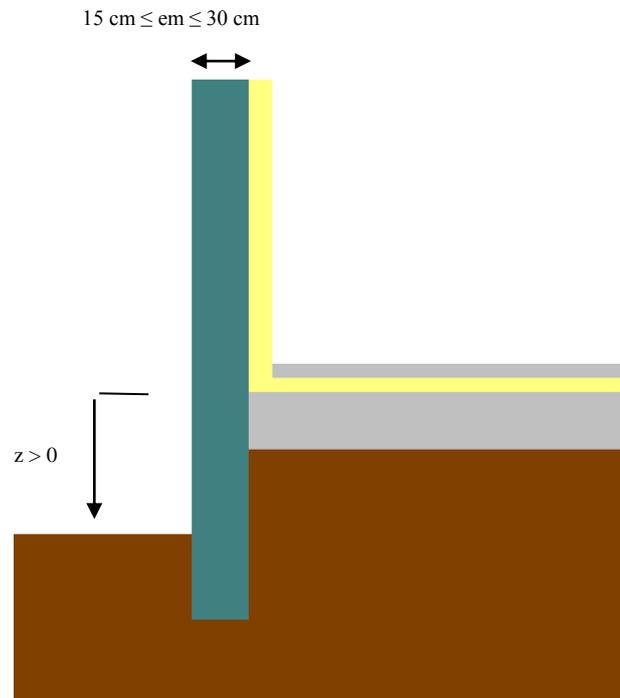
em = 30 cm

z (en cm)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,21	0,24	0,28
z = -40	0,26	0,30	0,34
z = -20	0,30	0,35	0,39
z = +20	0,41	0,47	0,53

z (en cm)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,18	0,21	0,24
z = -40	0,23	0,26	0,29
z = -20	0,26	0,30	0,33
z = +20	0,33	0,37	0,41

Les valeurs ont été validées sans modifications

Dallage en béton isolé sous chape et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

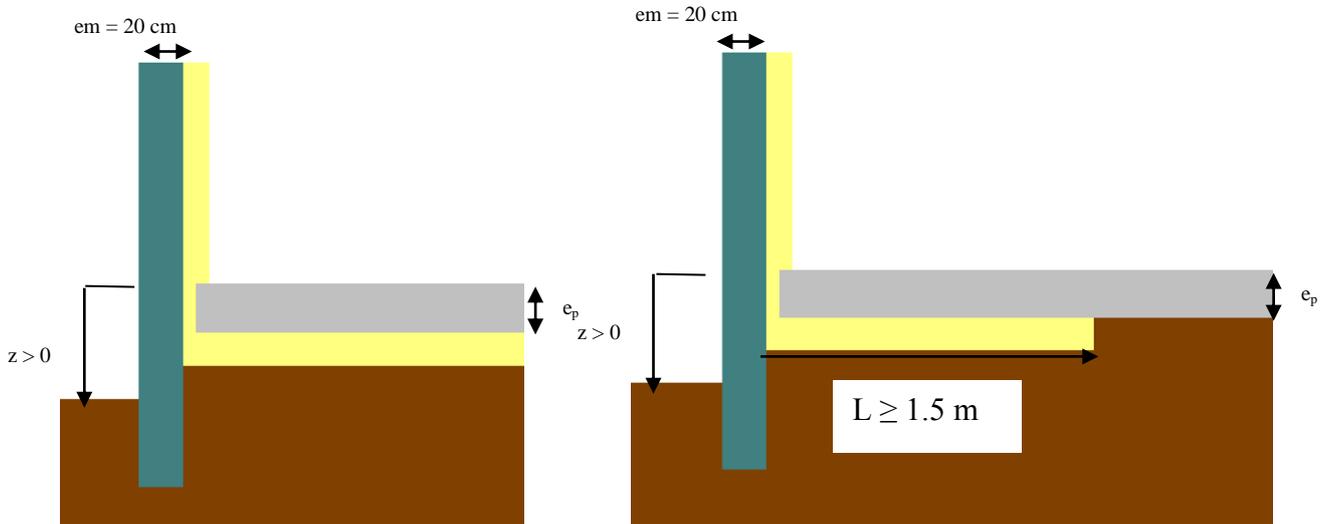
em = 30 cm

z (en cm)	$R_{sc} = 1,4$	$R_{sc} = 2$
z = -70	0,04	0,03
z = -40	0,07	0,05
z = -20	0,08	0,06
z = +20	0,11	0,08

z (en cm)	$R_{sc} = 1,4$	$R_{sc} = 2$
z = -70	0,04	0,03
z = -40	0,06	0,05
z = -20	0,07	0,06
z = +20	0,09	0,07

Les valeurs ont été validées sans modifications

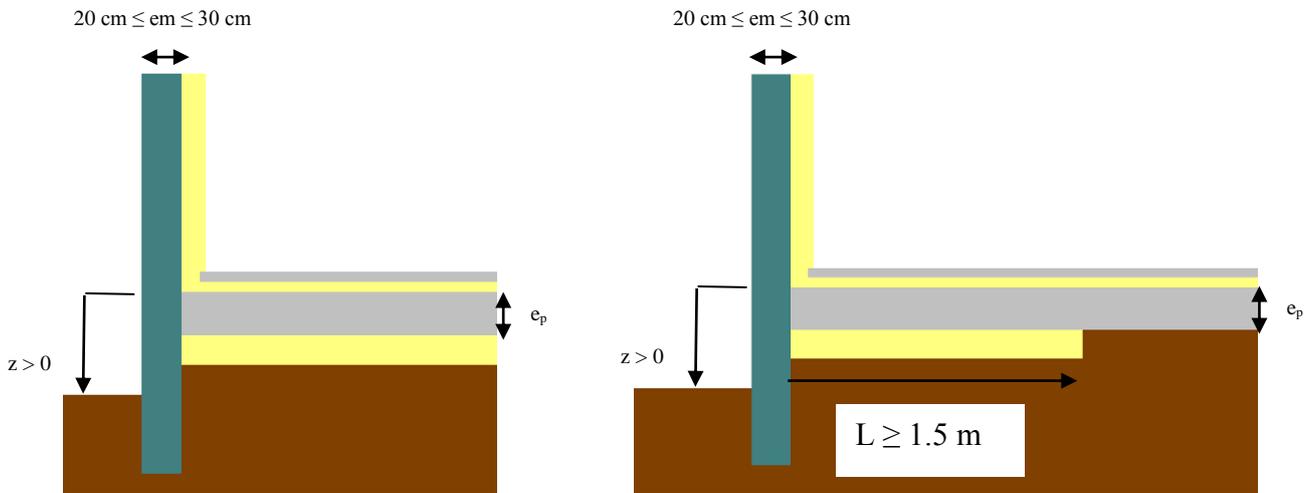
Dallage en béton isolé en sous-face sur toute la surface du plancher ou périphérique avec rupture isolante au droit du dallage



z (en cm)	Rc (m ² .K/W)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
		15	20	25
z = -70	Rc = 0,5	0,08	0,11	0,14
	Rc = 1,0	0,05	0,07	0,09
	Rc = 1,5	0,04	0,05	0,07
z = -40	Rc = 0,5	0,12	0,14	0,17
	Rc = 1,0	0,08	0,10	0,12
	Rc = 1,5	0,06	0,08	0,09
z = -20	Rc = 0,5	0,14	0,17	0,19
	Rc = 1,0	0,10	0,12	0,14
	Rc = 1,5	0,08	0,09	0,11
z = +20	Rc = 0,5	0,15	0,21	0,24
	Rc = 1,0	0,12	0,14	0,17
	Rc = 1,5	0,10	0,12	0,13
z = +40	Rc = 0,5	0,15	0,21	0,25
	Rc = 1,0	0,12	0,14	0,17
	Rc = 1,5	0,10	0,12	0,14

Les valeurs ont été majorées de 0,02 W/(m.K) pour tenir compte de la présence du THERMEDIA au niveau de la fondation dans le modèle de calcul L2D. Le THERMEDIA devrait également être pris en compte dans le modèle L2Da ou bien non pris en compte dans les 2 modèles.

Dallage en béton isolé en sous-face sur toute la surface ou en périphérique et sous chape flottante



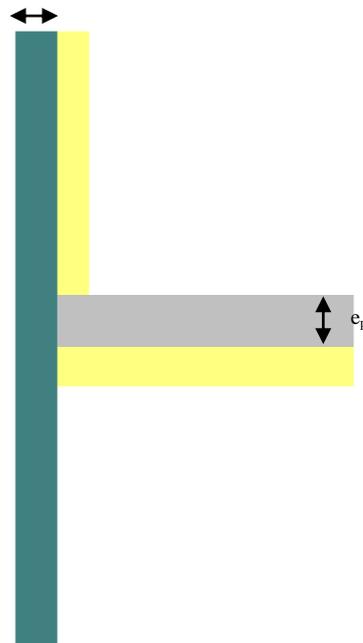
z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
$z < -70$	0,14	0,16	0,17
$-70 \leq z < -40$	0,16	0,18	0,20
$-40 \leq z < -20$	0,18	0,20	0,22
$-20 \leq z < +20$	0,20	0,22	0,25
$+20 \leq z < +40$	0,20	0,23	0,25
$+40 \leq z$	0,20	0,23	0,25

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face

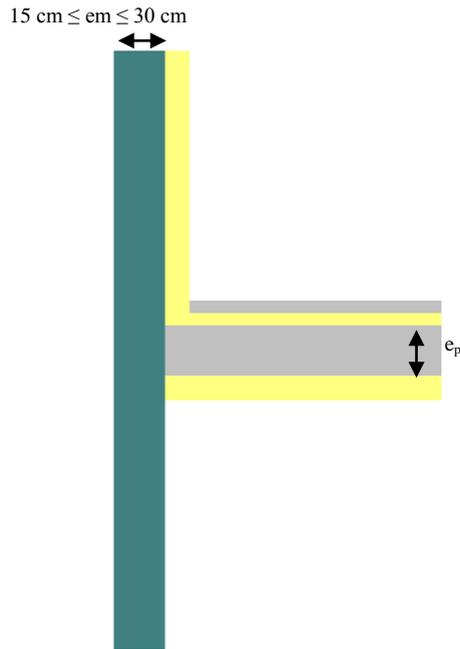
$$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$$



e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,43	0,51	0,57
$e_m = 30$	0,37	0,42	0,47

Les valeurs ont été validées sans modifications

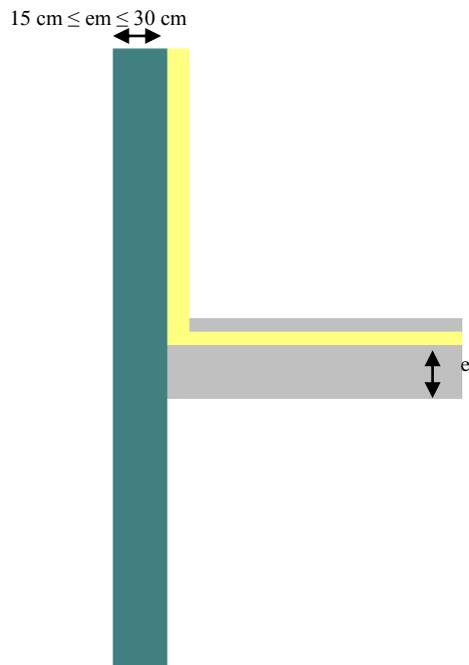
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 30$	0,20	0,23	0,25

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant

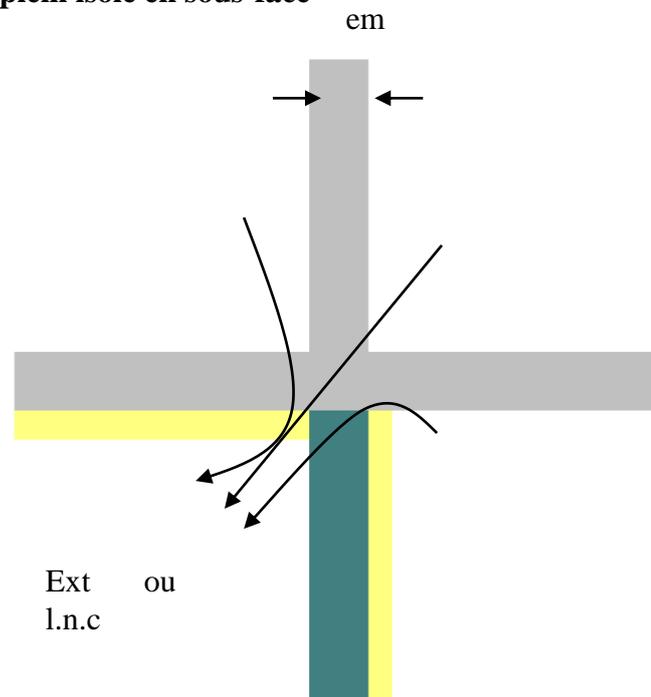


Plancher Mur	$10 \leq e_p \leq 35$		
	Rsc = 1 (m ² .K)/W	Rsc = 2 (m ² .K)/W	Rsc = 3 (m ² .K)/W
$15 \leq e_m < 30$	0,08	0,06	0,04

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur et refend donnant sur l'intérieur

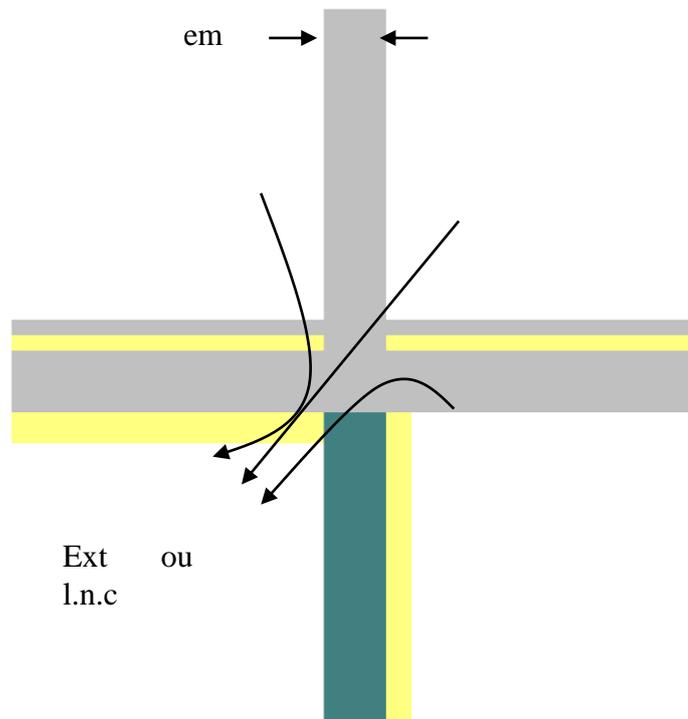
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,35
$e_m = 20$	0,41
$e_m = 25$	0,45
$e_m = 30$	0,49

Les valeurs ont été validées sans modifications

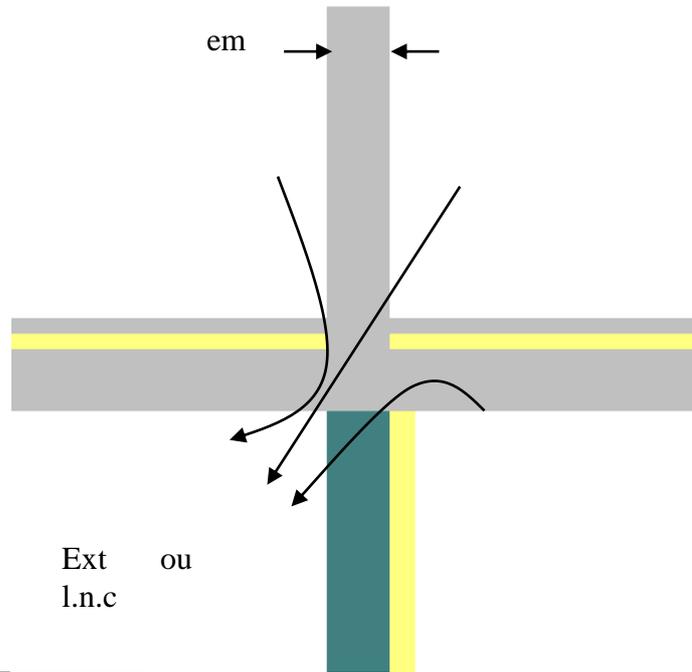
Plancher bas en béton isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



Plancher Mur	10 cm ≤ e_p ≤ 35 cm
e _m = 15	0,34
e _m = 20	0,39
e _m = 25	0,43
e _m = 30	0,47

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant

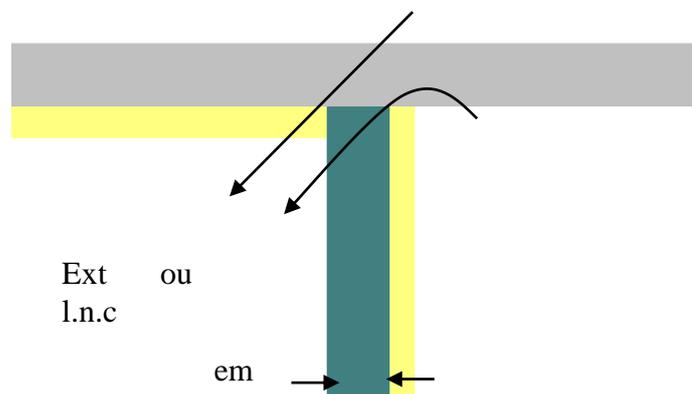


Plancher Mur	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m < 20$	0,91	0,93	0,96
$20 \leq e_m < 25$	0,96	0,98	1,01
$25 \leq e_m < 30$	1,01	1,03	1,06

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur donnant sur l'intérieur

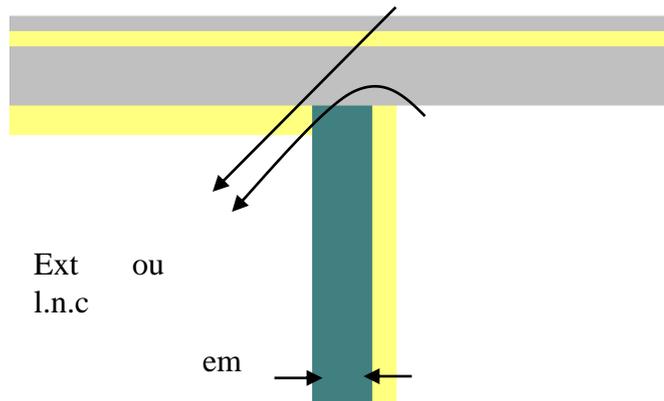
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,34
$e_m = 20$	0,39
$e_m = 25$	0,44
$e_m = 30$	0,47

Les valeurs ont été validées sans modifications

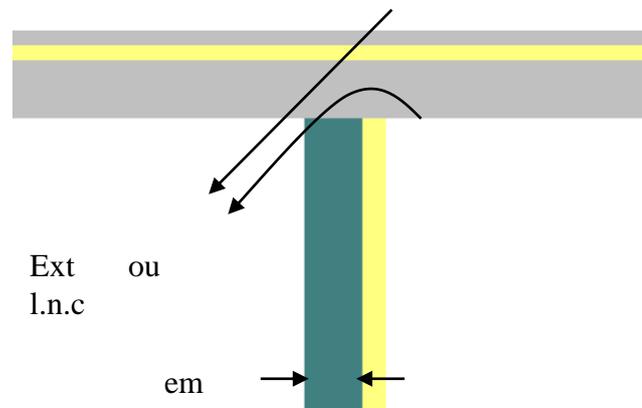
Plancher bas en béton isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



Plancher Mur	$e_p = 10 \text{ cm}$	$e_p = 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,28	0,32
$e_m = 20$	0,31	0,35
$e_m = 25$	0,33	0,38
$e_m = 30$	0,35	0,39

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant



$R_{sc} = 0,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Plancher Mur	$e_p \text{ (cm)}$		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,66	0,74	0,80
$e_m = 30$	0,63	0,70	0,76

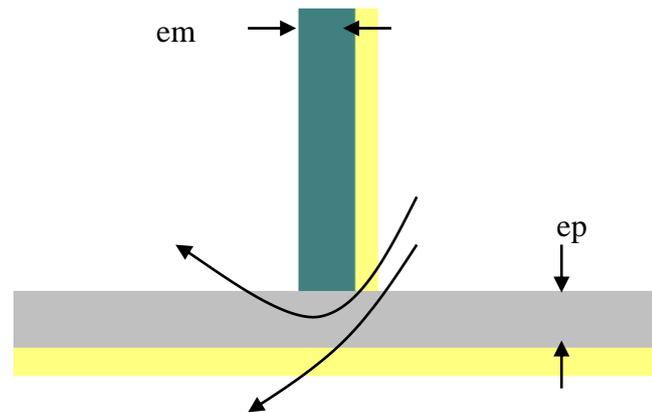
$R_{sc} = 3,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Plancher Mur	$e_p \text{ (cm)}$		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,61	0,71	0,80
$e_m = 30$	0,52	0,61	0,69

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé, avec un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

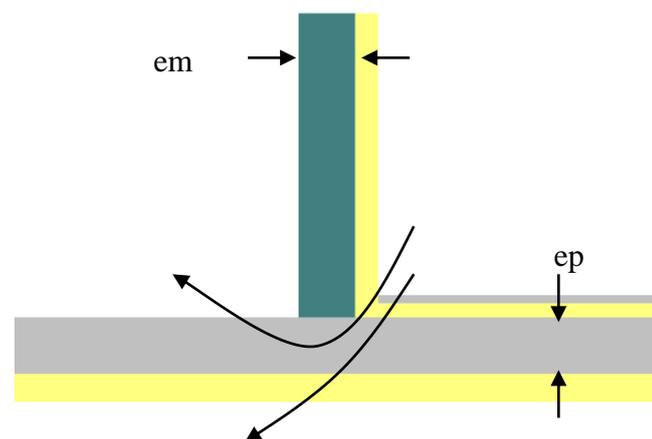
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,51	0,60	0,67
$e_m = 20$	0,48	0,57	0,64
$e_m = 25$	0,45	0,54	0,61
$e_m = 30$	0,43	0,51	0,58

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



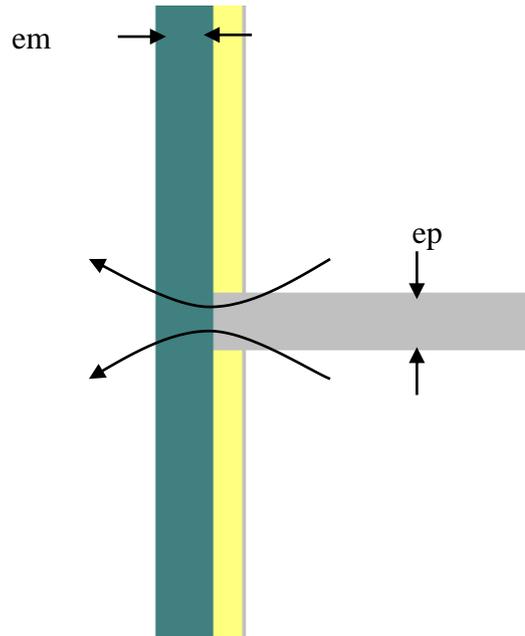
Plancher Mur	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 30$	0,18	0,19	0,21

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons avec un plancher intermédiaire

Liaison du plancher intermédiaire avec mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Plancher en béton plein



Avec un doublage de 10 cm d'épaisseur

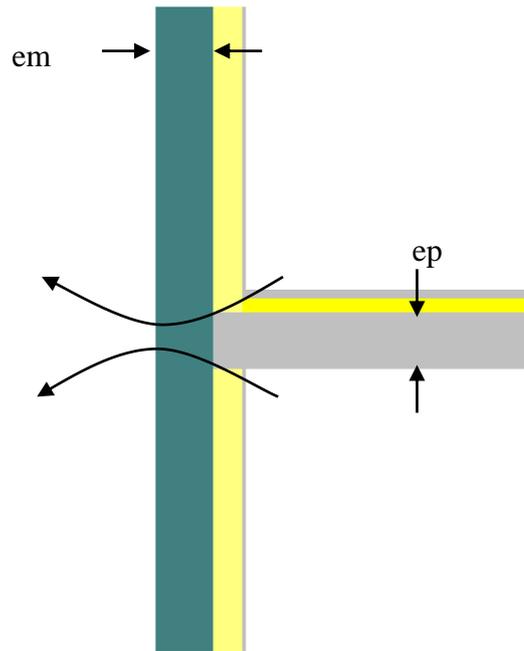
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,52	0,61	0,70
$e_m = 20$	0,47	0,56	0,63
$e_m = 25$	0,44	0,51	0,57
$e_m = 30$	0,41	0,47	0,53

Avec un doublage de 14 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,49	0,58	0,66
$e_m = 20$	0,45	0,53	0,6
$e_m = 25$	0,42	0,49	0,56
$e_m = 30$	0,39	0,46	0,52

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

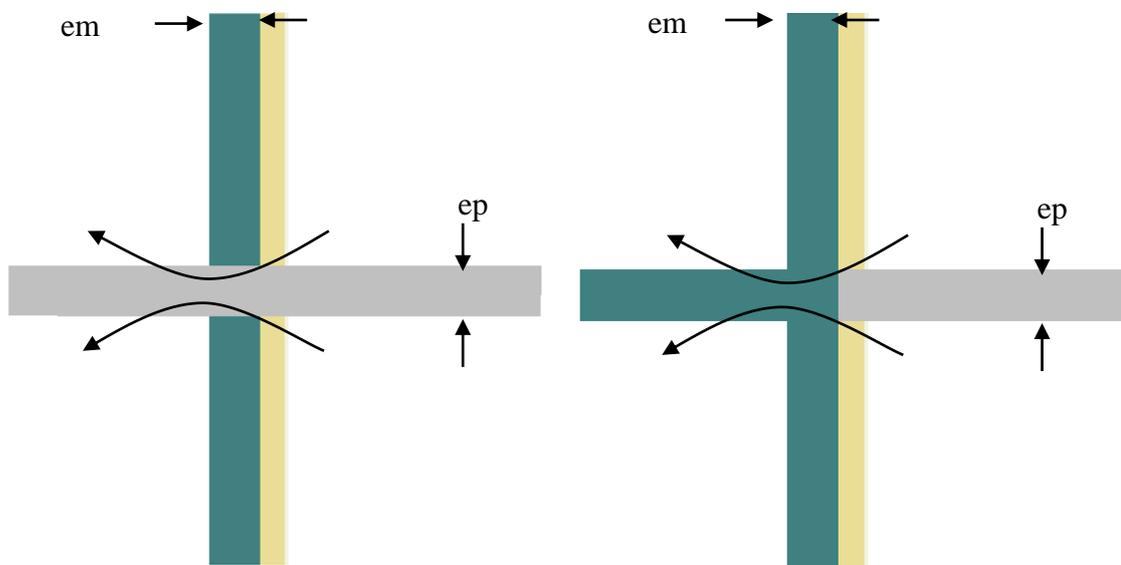


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,52	0,61	0,70
$e_m = 20$	0,47	0,56	0,63
$e_m = 25$	0,44	0,51	0,57
$e_m = 30$	0,41	0,47	0,53

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur

Plancher en béton plein



Avec un doublage de 10 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,74	0,89	1,02
$e_m = 20$	0,69	0,83	0,95
$e_m = 25$	0,64	0,77	0,89
$e_m = 30$	0,60	0,73	0,84

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,50	0,59	0,66
$e_m = 20$	0,46	0,54	0,60
$e_m = 25$	0,42	0,50	0,56
$e_m = 30$	0,40	0,46	0,52

Les valeurs ont été validées sans modifications

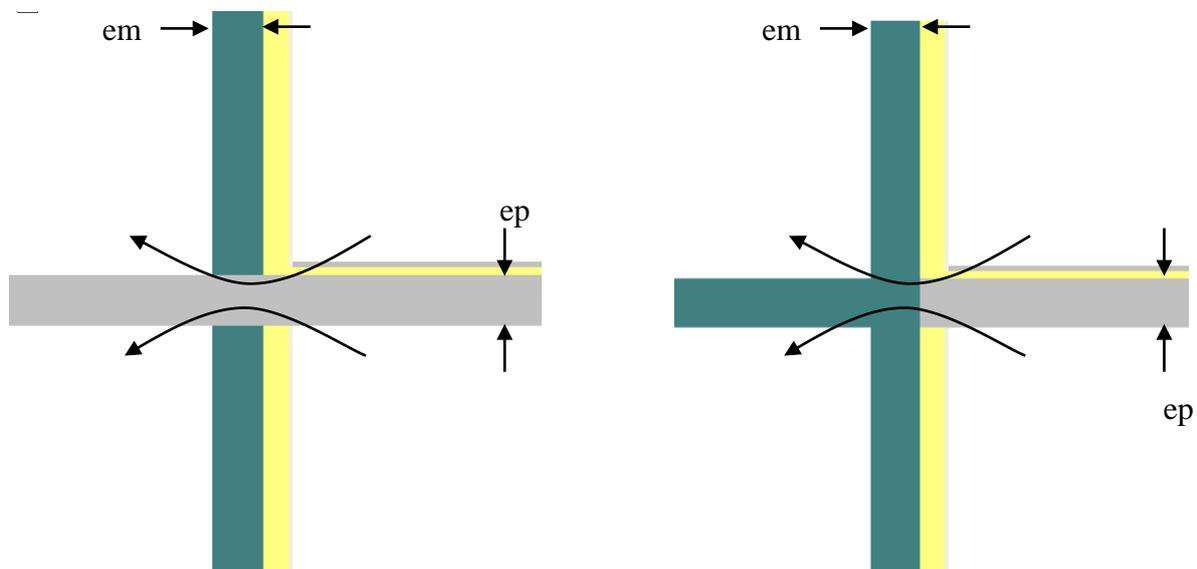
Avec un doublage de 14 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,68	0,82	0,95
$e_m = 20$	0,64	0,77	0,89
$e_m = 25$	0,60	0,73	0,84
$e_m = 30$	0,57	0,69	0,80

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,48	0,56	0,64
$e_m = 20$	0,44	0,52	0,59
$e_m = 25$	0,41	0,48	0,55
$e_m = 30$	0,39	0,45	0,51

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant



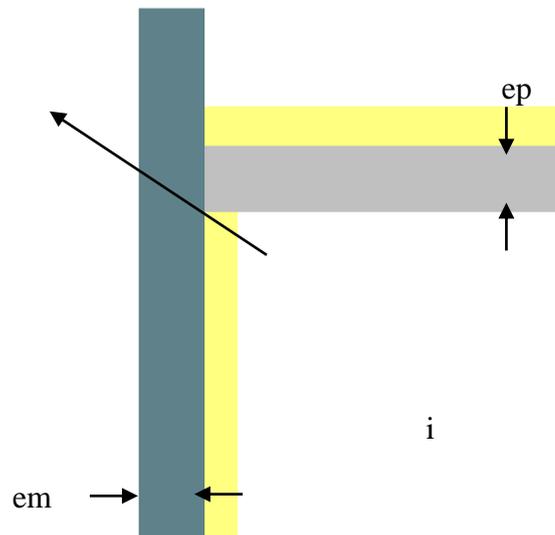
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,73	0,86	0,97
$e_m = 20$	0,68	0,80	0,91
$e_m = 25$	0,64	0,75	0,86
$e_m = 30$	0,60	0,71	0,81

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,50	0,59	0,66
$e_m = 20$	0,46	0,54	0,60
$e_m = 25$	0,42	0,50	0,56
$e_m = 30$	0,40	0,46	0,52

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons avec un plancher haut

Liaison du plancher haut lourd donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé, avec un mur extérieur

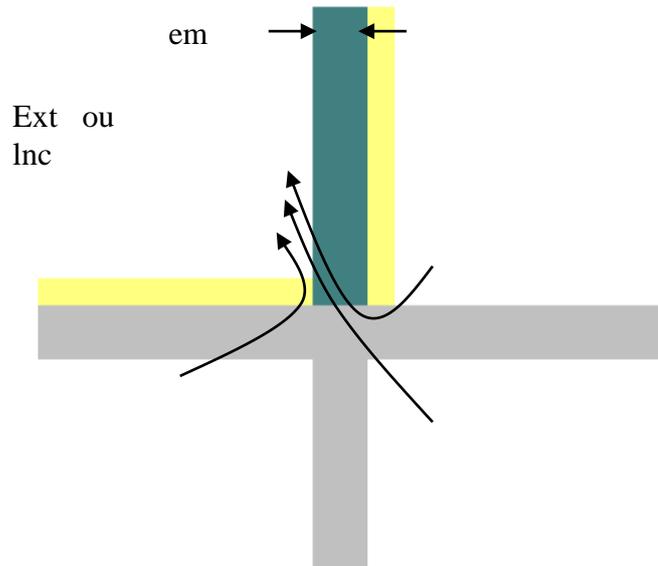


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,49	0,58	0,65
$e_m = 20$	0,46	0,53	0,60
$e_m = 25$	0,44	0,50	0,57
$e_m = 30$	0,42	0,48	0,54

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher haut avec un mur et un refend donnant sur l'intérieur

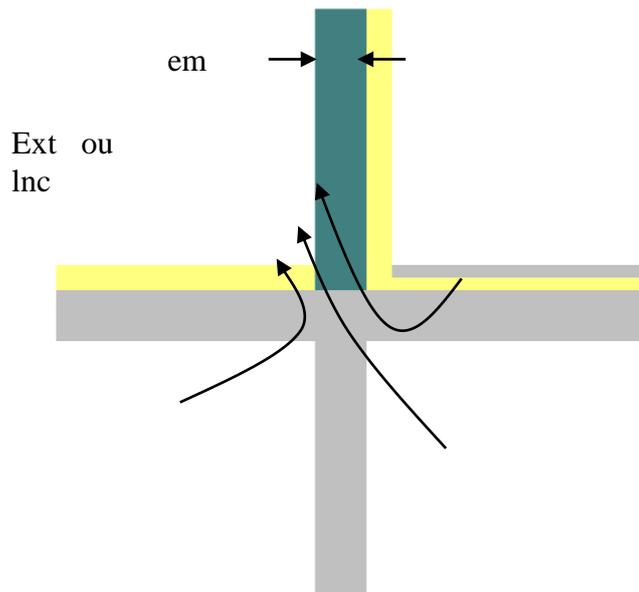
Plancher en béton plein



e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,33
$e_m = 20$	0,38
$e_m = 25$	0,43
$e_m = 30$	0,46

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

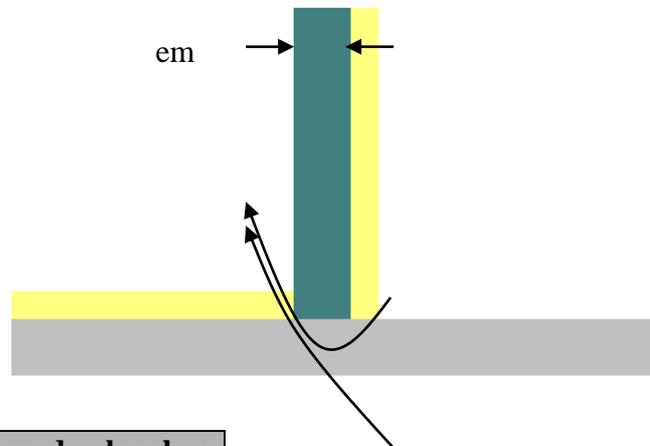


e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,36
$e_m = 20$	0,41
$e_m = 25$	0,45
$e_m = 30$	0,49

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher haut avec un mur et donnant sur l'intérieur

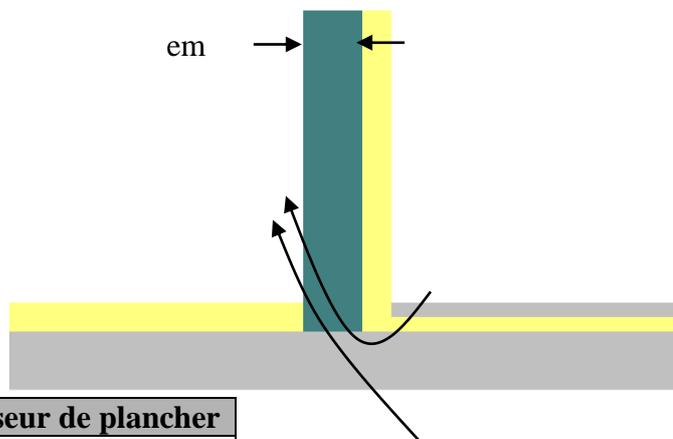
Plancher en béton plein



e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,33
$e_m = 20$	0,38
$e_m = 25$	0,43
$e_m = 30$	0,46

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant



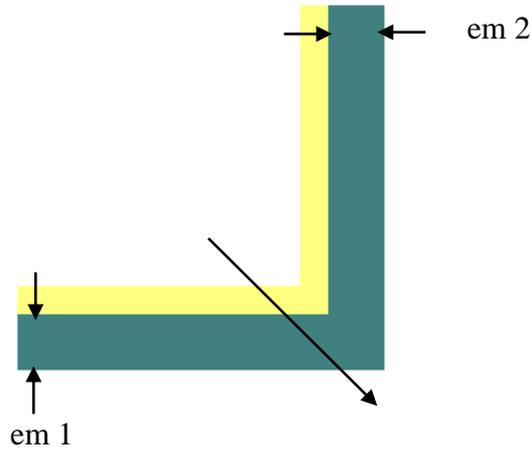
e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,36
$e_m = 20$	0,41
$e_m = 25$	0,45
$e_m = 30$	0,49

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons entre parois verticales

Angle sortant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Mur en béton

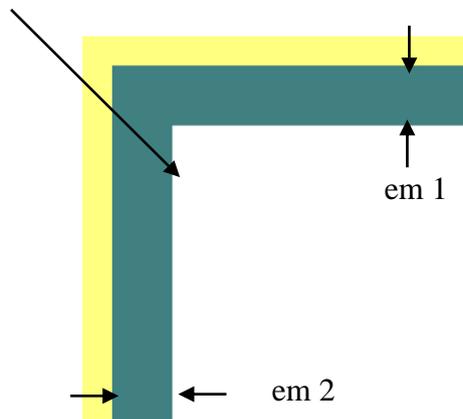


$\Psi = 0,02 \text{ W}/(\text{m.K})$

Les valeurs ont été validées sans modifications

Angle rentrant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Murs en béton



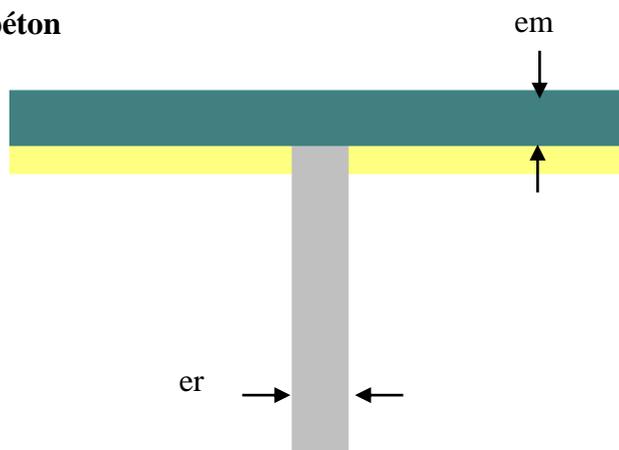
$R_i = 3,39 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

e_{m2} (cm)	e_{m1} (cm)			
	$e_{m1} = 15$	$e_{m1} = 20$	$e_{m1} = 25$	$e_{m1} = 30$
$e_{m2} = 15$	0,08	0,09	0,10	0,11
$e_{m2} = 20$	0,09	0,10	0,11	0,11
$e_{m2} = 25$	0,10	0,11	0,11	0,12
$e_{m2} = 30$	0,11	0,11	0,12	0,13

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison en T entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un refend entièrement situé dans le local chauffé

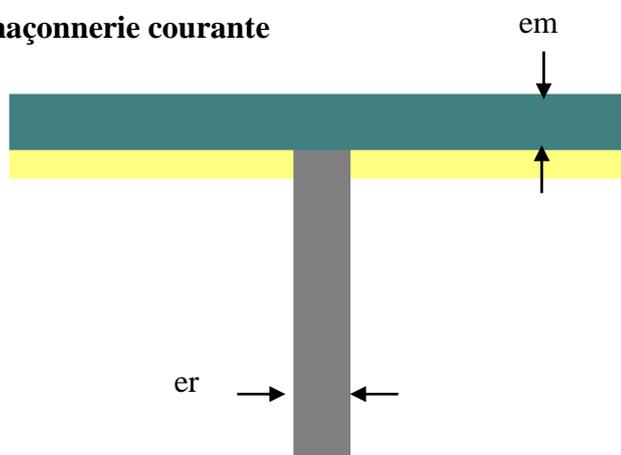
Mur béton / refend en béton



e_m (cm)	e_r (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,52	0,62	0,71
$e_m = 20$	0,47	0,56	0,64
$e_m = 25$	0,43	0,51	0,58
$e_m = 30$	0,40	0,47	0,53

Les valeurs ont été validées sans modifications

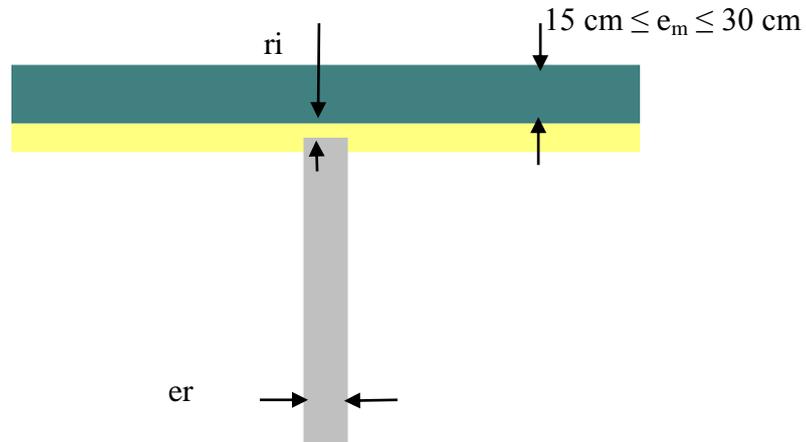
Mur béton / refend en maçonnerie courante



e_m (cm)	e_r (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,33	0,41	0,47
$e_m = 20$	0,31	0,37	0,43
$e_m = 25$	0,29	0,35	0,40
$e_m = 30$	0,27	0,33	0,38

Les valeurs ont été validées sans modifications

Mur béton / refend en béton avec correction par un isolant de résistance R_i ($m^2.K/W$)



$e_m = 15 \text{ cm}$

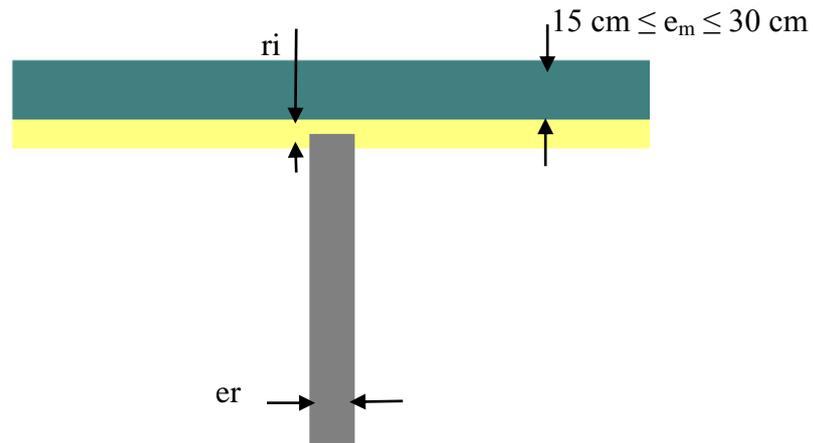
R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,14	0,19	0,25
1,0	0,09	0,12	0,16
1,5	0,06	0,09	0,12
2,0	0,05	0,07	0,09

$e_m = 30 \text{ cm}$

R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,12	0,16	0,21
1,0	0,08	0,11	0,14
1,5	0,06	0,08	0,10
2,0	0,05	0,07	0,09

Les valeurs ont été validées sans modifications

Mur béton / refend en maçonnerie courante avec correction par un isolant de résistance R_i ($m^2.K$)/W



$e_m = 15 \text{ cm}$

R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,12	0,17	0,21
1,0	0,08	0,11	0,14
1,5	0,06	0,08	0,11
2,0	0,05	0,07	0,09

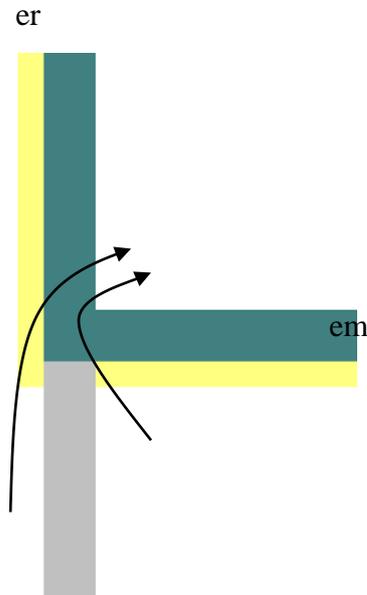
$e_m = 30 \text{ cm}$

R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,10	0,14	0,18
1,0	0,07	0,10	0,12
1,5	0,05	0,08	0,10
2,0	0,05	0,06	0,08

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un refend sur « décroché »

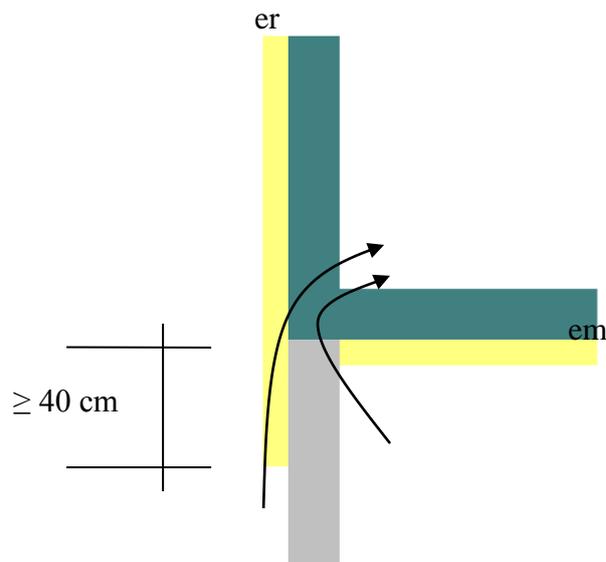
Refend en béton et mur en béton avec l'isolation du refend qui s'arrête au niveau de la face intérieure de l'isolant du mur



e_m	e_r		
	10	15	20
$e_m = 15$	0,33	0,40	0,45
$e_m = 30$	0,28	0,33	0,37

Les valeurs ont été validées sans modifications

Refend en béton et mur en béton avec l'isolation du refend qui se prolonge au-delà de la face intérieure de l'isolant du mur d'au moins 40 cm



e_m	e_r		
	10	15	20
$e_m = 15$	0,31	0,37	0,42
$e_m = 30$	0,27	0,31	0,35

Les valeurs ont été validées sans modifications

THERMEDIA 0.45

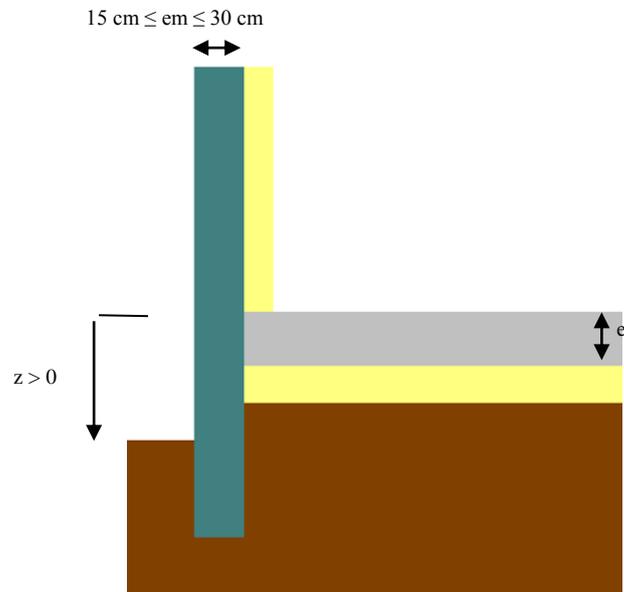
CATALOGUE DE VALEUR DE PONTS THERMIQUES

ψ en W/(m.K)

Liaisons avec un plancher bas

Dallage sur terre-plein

Dallage en béton isolé en sous-face sur toute sa surface et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

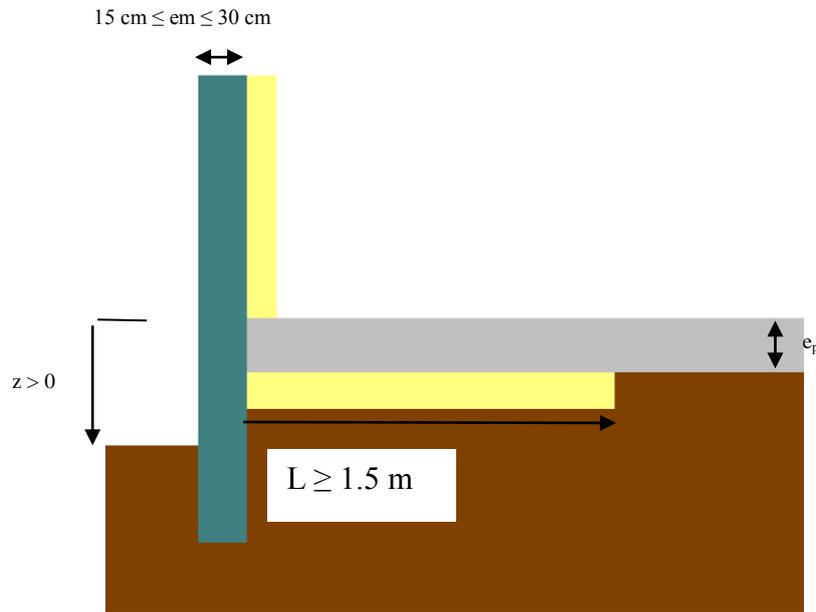
em = 30 cm

z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,24	0,28	0,32
z = -40	0,28	0,33	0,37
z = -20	0,31	0,36	0,40
z = +20	0,38	0,44	0,50

z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,21	0,24	0,27
z = -40	0,24	0,28	0,31
z = -20	0,26	0,30	0,34
z = +20	0,31	0,35	0,39

Les valeurs ont été validées sans modifications

Dallage en béton avec isolation périphérique horizontale ou verticale et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

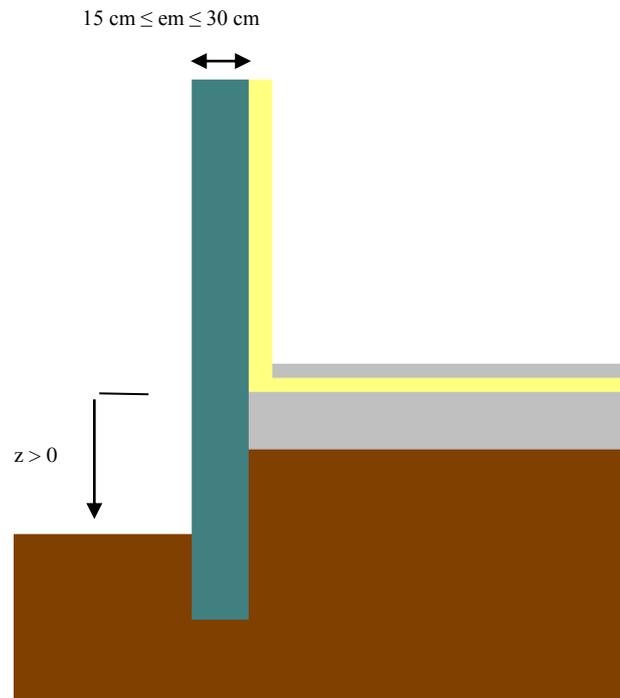
em = 30 cm

z (en cm)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,18	0,22	0,26
z = -40	0,24	0,28	0,32
z = -20	0,28	0,32	0,36
z = +20	0,38	0,44	0,49

z (en cm)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,16	0,19	0,21
z = -40	0,20	0,23	0,26
z = -20	0,23	0,27	0,30
z = +20	0,29	0,34	0,37

Les valeurs ont été validées sans modifications

Dallage en béton isolé sous chape et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

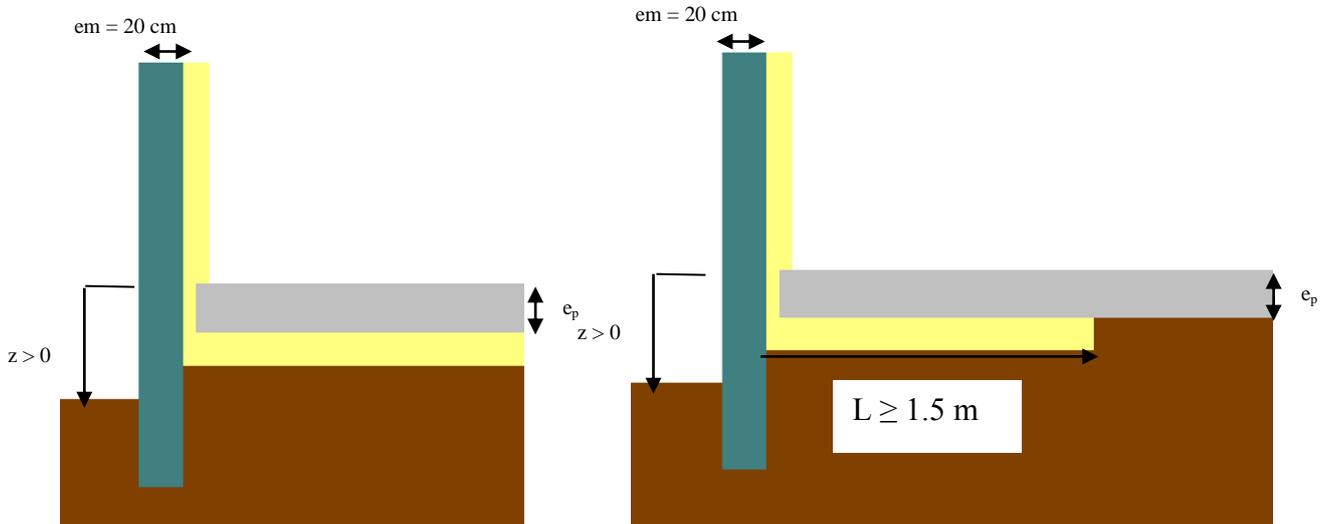
z (en cm)	R _{sc} = 1,4	R _{sc} = 2
z = -70	0,04	0,03
z = -40	0,06	0,05
z = -20	0,07	0,06
z = +20	0,10	0,07

em = 30 cm

z (en cm)	R _{sc} = 1,4	R _{sc} = 2
z = -70	0,03	0,03
z = -40	0,05	0,04
z = -20	0,06	0,05
z = +20	0,08	0,06

Les valeurs ont été validées sans modifications

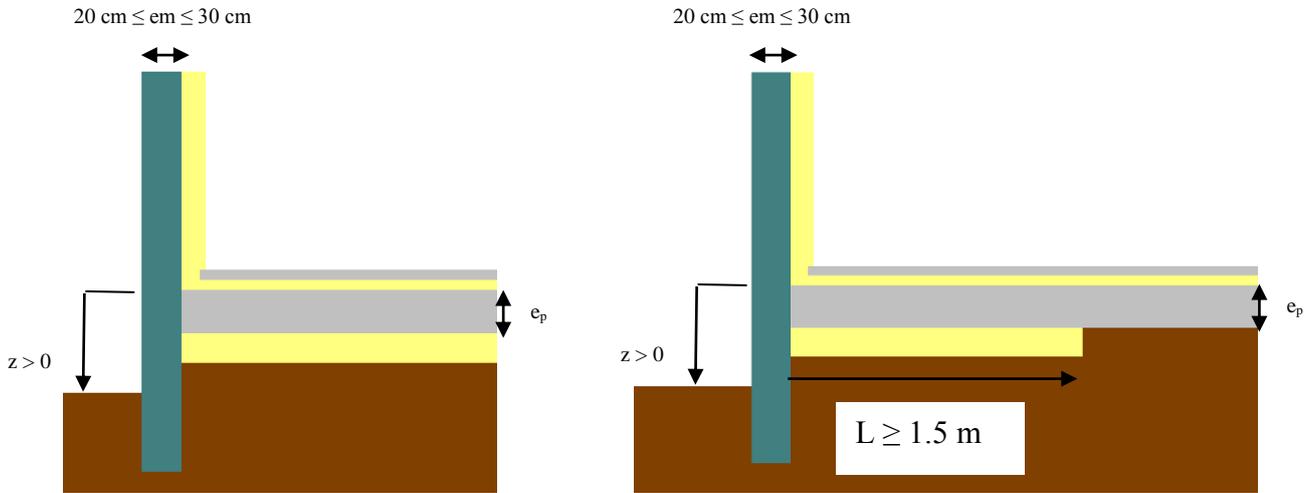
Dallage en béton isolé en sous-face sur toute la surface du plancher ou périphérique avec rupture isolante au droit du dallage



z (en cm)	Rc (m ² .K/W)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
		15	20	25
z = -70	Rc = 0,5	0,08	0,11	0,13
	Rc = 1,0	0,05	0,07	0,09
	Rc = 1,5	0,04	0,05	0,07
z = -40	Rc = 0,5	0,12	0,14	0,17
	Rc = 1,0	0,08	0,10	0,12
	Rc = 1,5	0,06	0,08	0,09
z = -20	Rc = 0,5	0,14	0,17	0,19
	Rc = 1,0	0,10	0,12	0,14
	Rc = 1,5	0,08	0,09	0,09
z = +20	Rc = 0,5	0,15	0,21	0,24
	Rc = 1,0	0,12	0,14	0,17
	Rc = 1,5	0,10	0,12	0,13
z = +40	Rc = 0,5	0,14	0,19	0,23
	Rc = 1,0	0,11	0,13	0,16
	Rc = 1,5	0,10	0,10	0,13

Les valeurs ont été majorées de 0,02 W/(m.K) pour tenir compte de la présence du THERMEDIA au niveau de la fondation dans le modèle de calcul L2D. Le THERMEDIA devrait également être pris en compte dans le modèle L2Da ou bien non pris en compte dans les 2 modèles.

Dallage en béton isolé en sous-face sur toute la surface ou en périphérique et sous chape flottante



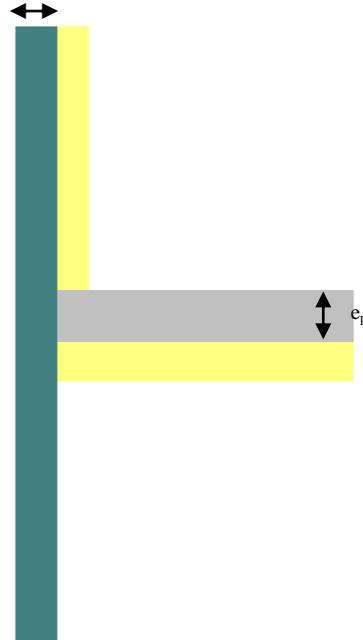
z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
$z < -70$	0,14	0,16	0,17
$-70 \leq z < -40$	0,16	0,18	0,20
$-40 \leq z < -20$	0,18	0,20	0,22
$-20 \leq z < +20$	0,20	0,22	0,25
$+20 \leq z < +40$	0,20	0,23	0,25
$+40 \leq z$	0,20	0,23	0,25

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face

$$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$$

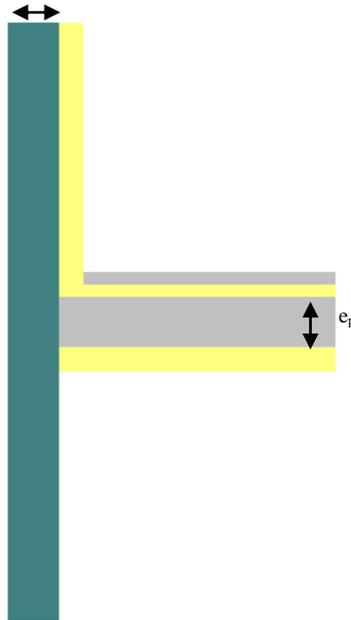


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,40	0,47	0,53
$e_m = 30$	0,34	0,39	0,43

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant

$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$

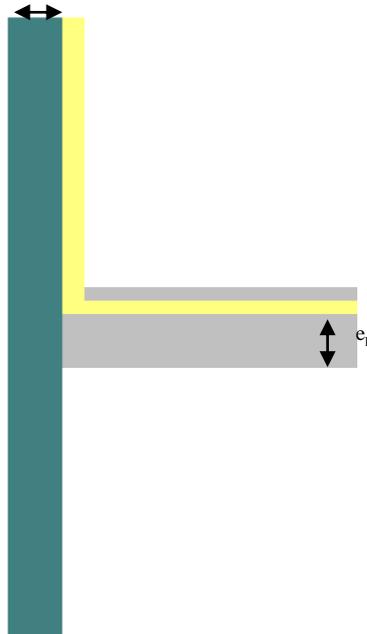


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 30$	0,20	0,23	0,25

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant

$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$

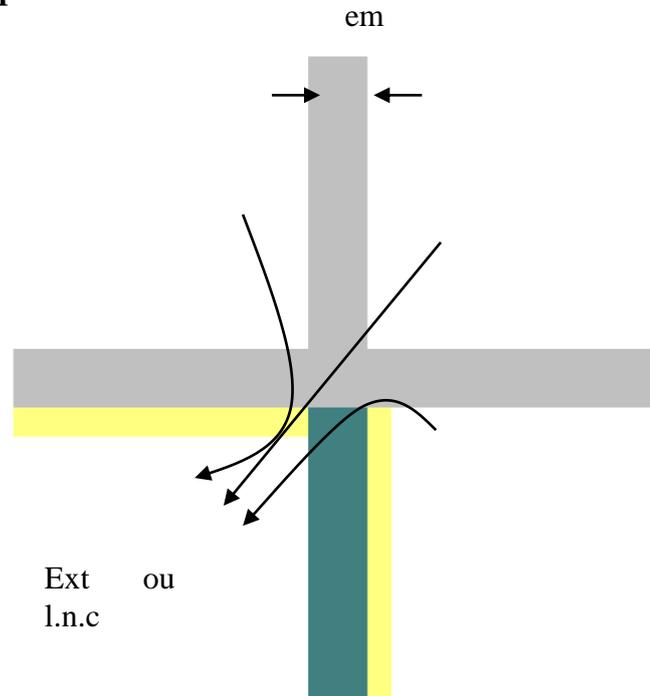


Plancher Mur	$10 \leq e_p \leq 35$		
	Rsc = 1 (m ² .K)/W	Rsc = 2 (m ² .K)/W	Rsc = 3 (m ² .K)/W
$15 \leq e_m < 30$	0,08	0,06	0,04

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur et refend donnant sur l'intérieur

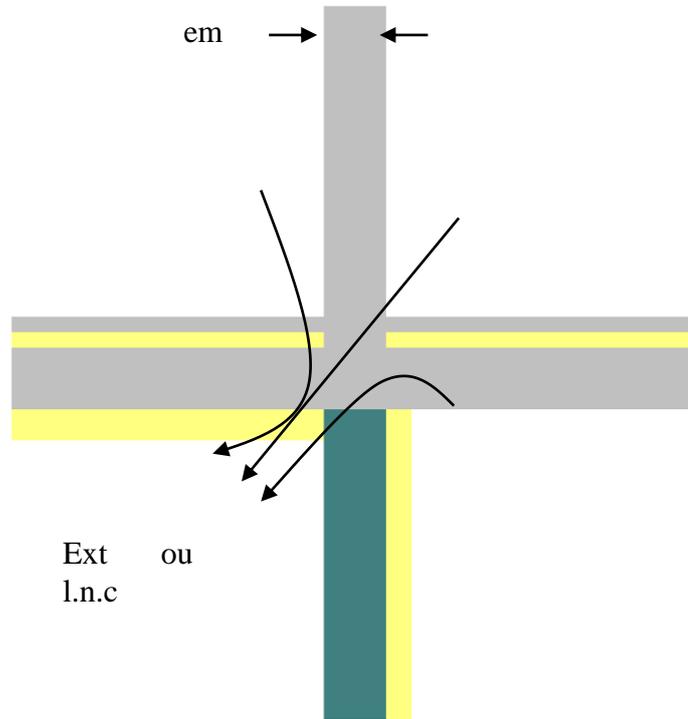
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,31
$e_m = 20$	0,36
$e_m = 25$	0,40
$e_m = 30$	0,43

Les valeurs ont été validées sans modifications

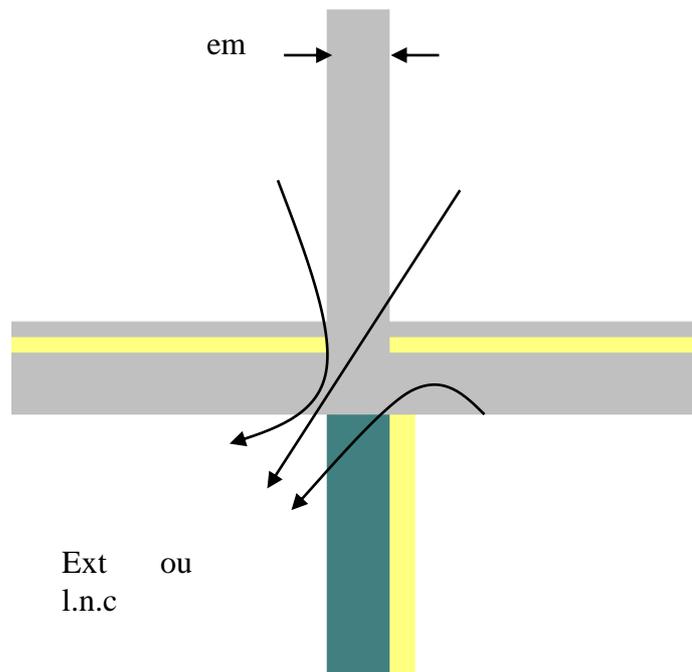
Plancher bas en béton isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,30
$e_m = 20$	0,35
$e_m = 25$	0,38
$e_m = 30$	0,41

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant

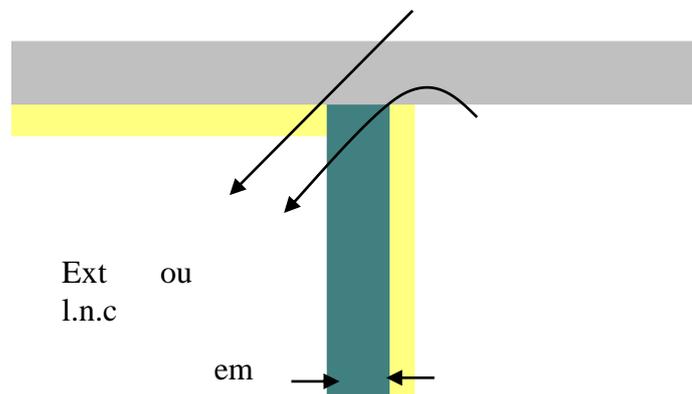


Plancher Mur	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m < 20$	0,91	0,93	0,96
$20 \leq e_m < 25$	0,96	0,98	1,01
$25 \leq e_m < 30$	1,01	1,03	1,06

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur donnant sur l'intérieur

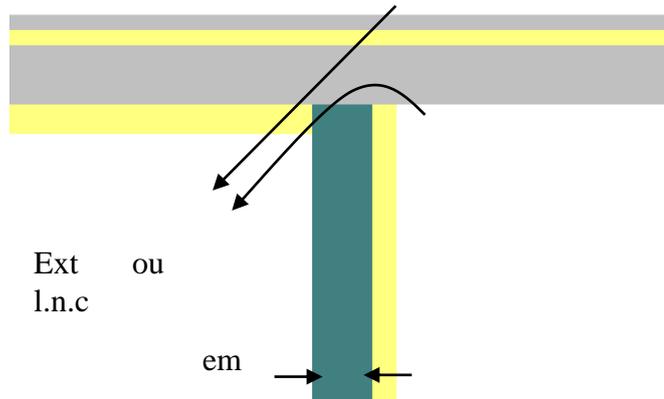
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,30
$e_m = 20$	0,35
$e_m = 25$	0,39
$e_m = 30$	0,42

Les valeurs ont été validées sans modifications

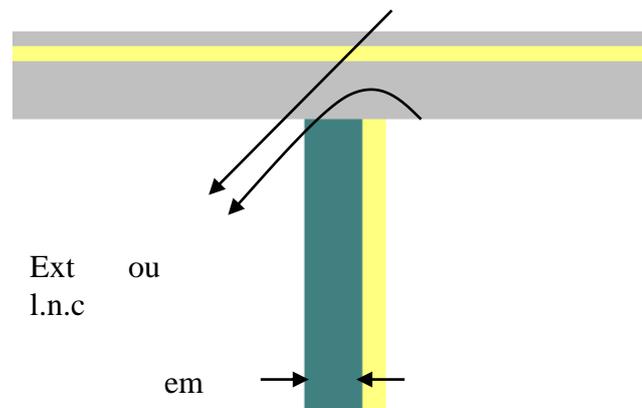
Plancher bas en béton isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



Plancher Mur	$e_p = 10 \text{ cm}$	$e_p = 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,25	0,28
$e_m = 20$	0,28	0,32
$e_m = 25$	0,30	0,34
$e_m = 30$	0,31	0,36

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant



$R_{sc} = 0,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Plancher Mur	$e_p \text{ (cm)}$		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,64	0,72	0,79
$e_m = 30$	0,61	0,68	0,74

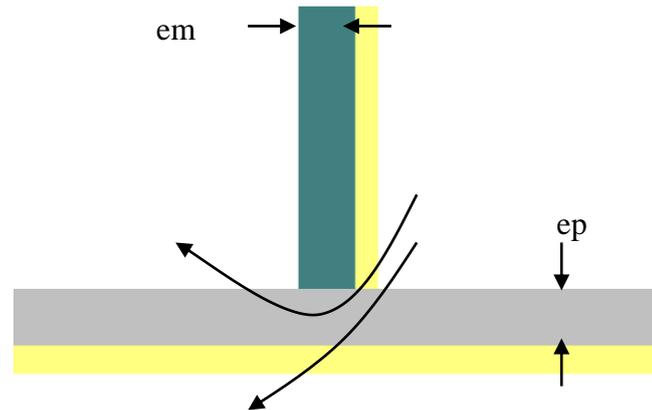
$R_{sc} = 3,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

Plancher Mur	$e_p \text{ (cm)}$		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,60	0,70	0,79
$e_m = 30$	0,51	0,60	0,68

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé, avec un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

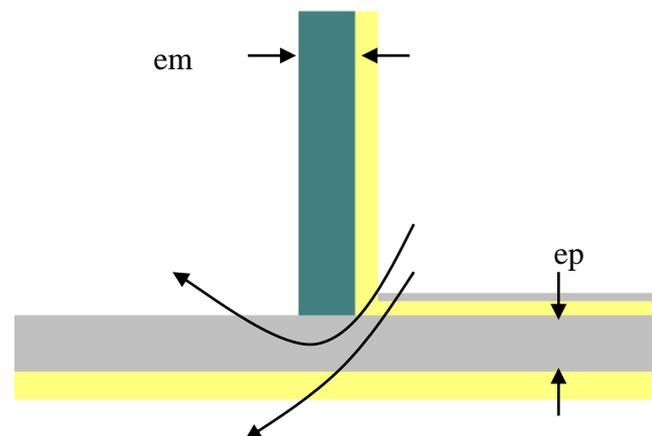
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,51	0,59	0,67
$e_m = 20$	0,47	0,56	0,63
$e_m = 25$	0,45	0,53	0,60
$e_m = 30$	0,42	0,51	0,57

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



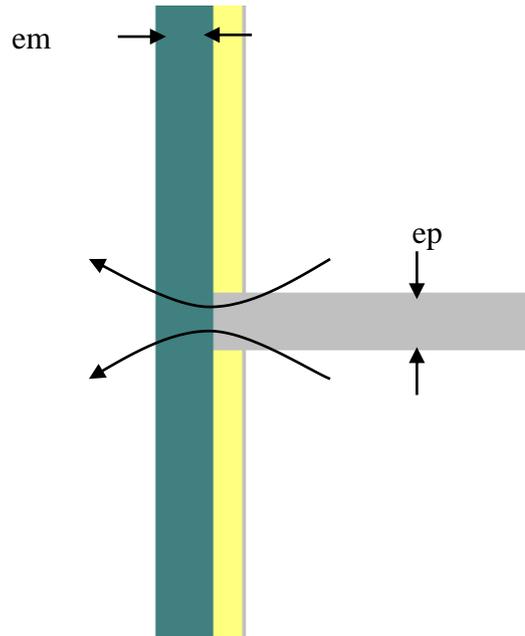
Plancher Mur	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 30$	0,18	0,19	0,21

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons avec un plancher intermédiaire

Liaison du plancher intermédiaire avec mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Plancher en béton plein



Avec un doublage de 10 cm d'épaisseur

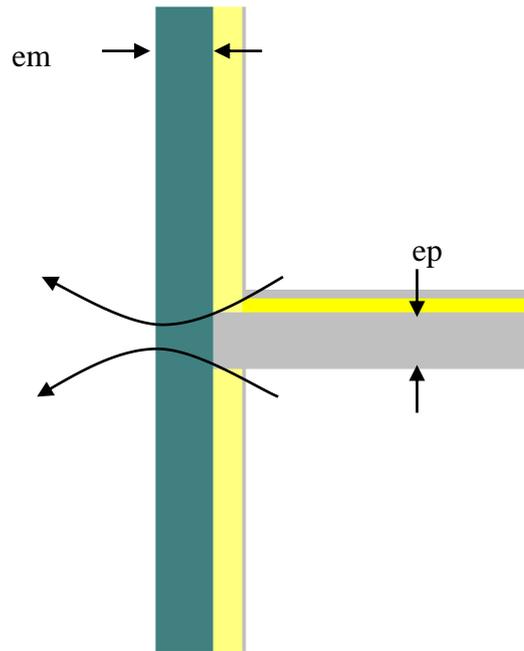
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,47	0,56	0,65
$e_m = 20$	0,42	0,50	0,58
$e_m = 25$	0,39	0,46	0,52
$e_m = 30$	0,36	0,42	0,48

Avec un doublage de 14 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,45	0,54	0,63
$e_m = 20$	0,41	0,49	0,56
$e_m = 25$	0,38	0,45	0,51
$e_m = 30$	0,35	0,42	0,47

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

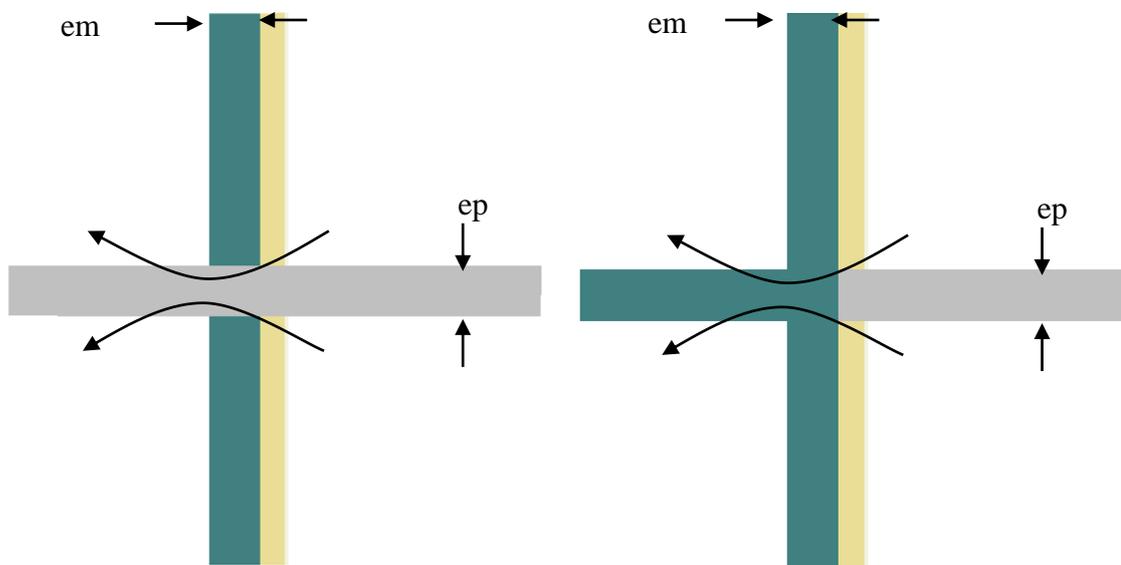


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,47	0,56	0,65
$e_m = 20$	0,42	0,50	0,58
$e_m = 25$	0,39	0,46	0,52
$e_m = 30$	0,36	0,42	0,48

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur

Plancher en béton plein



Avec un doublage de 10 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,72	0,87	1,01
$e_m = 20$	0,67	0,81	0,94
$e_m = 25$	0,63	0,76	0,88
$e_m = 30$	0,59	0,71	0,82

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,46	0,54	0,60
$e_m = 20$	0,41	0,48	0,55
$e_m = 25$	0,38	0,44	0,50
$e_m = 30$	0,35	0,41	0,46

Les valeurs ont été validées sans modifications

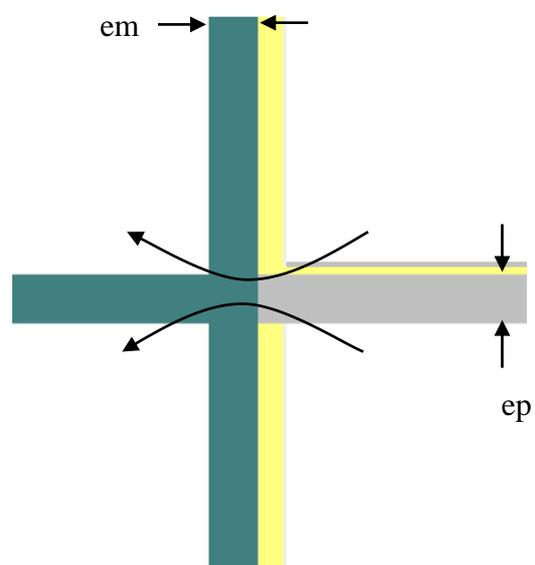
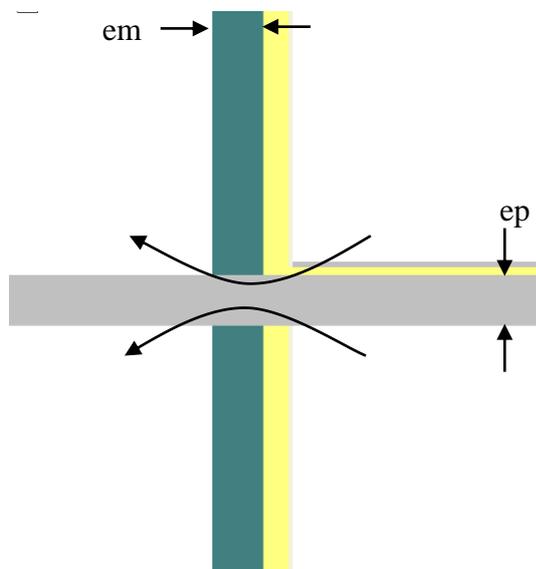
Avec un doublage de 14 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,67	0,81	0,94
$e_m = 20$	0,62	0,76	0,88
$e_m = 25$	0,59	0,71	0,83
$e_m = 30$	0,55	0,67	0,78

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,44	0,52	0,58
$e_m = 20$	0,40	0,47	0,53
$e_m = 25$	0,37	0,44	0,49
$e_m = 30$	0,35	0,41	0,46

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant



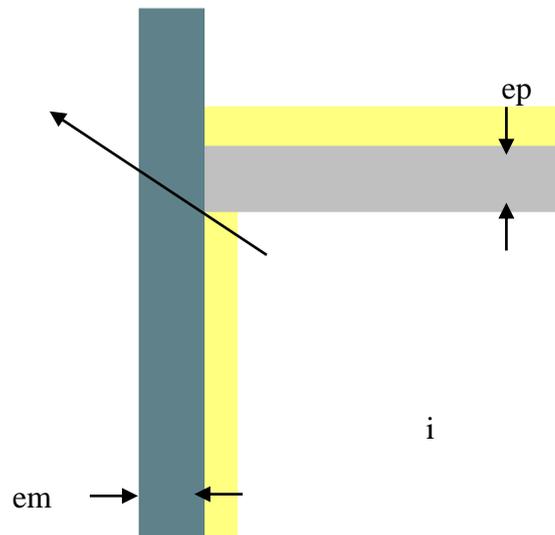
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,72	0,85	0,96
$e_m = 20$	0,67	0,79	0,90
$e_m = 25$	0,62	0,74	0,84
$e_m = 30$	0,58	0,70	0,80

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,46	0,54	0,60
$e_m = 20$	0,41	0,48	0,55
$e_m = 25$	0,38	0,44	0,50
$e_m = 30$	0,35	0,41	0,46

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons avec un plancher haut

Liaison du plancher haut lourd donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé, avec un mur extérieur

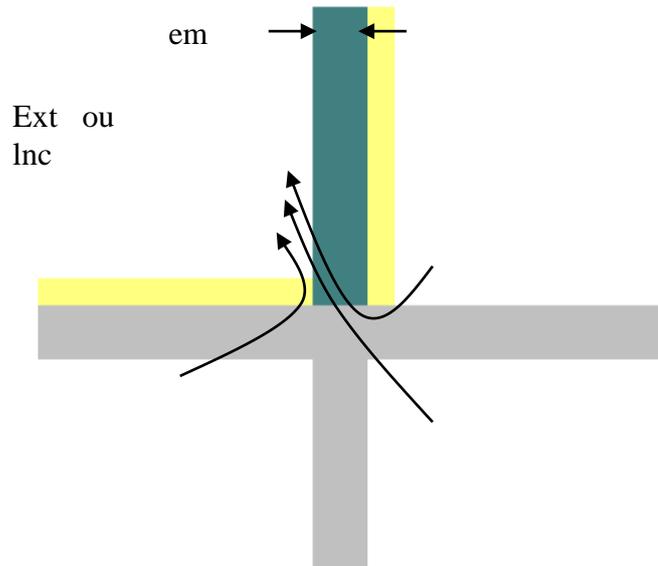


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,45	0,53	0,61
$e_m = 20$	0,42	0,49	0,55
$e_m = 25$	0,40	0,46	0,52
$e_m = 30$	0,38	0,44	0,49

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher haut avec un mur et un refend donnant sur l'intérieur

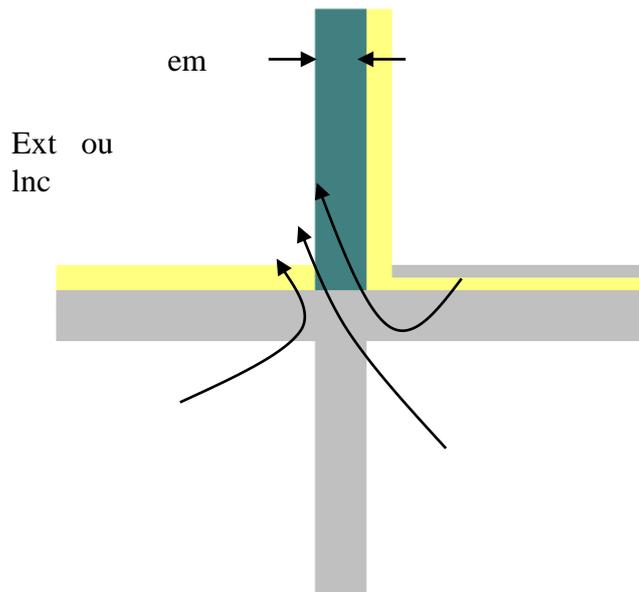
Plancher en béton plein



e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,29
$e_m = 20$	0,34
$e_m = 25$	0,37
$e_m = 30$	0,40

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

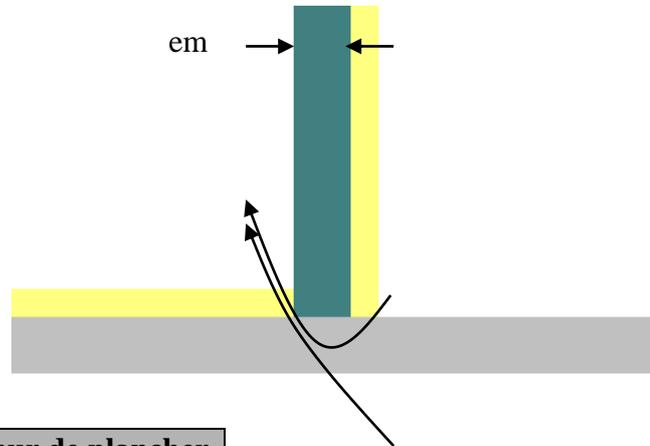


e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,32
$e_m = 20$	0,36
$e_m = 25$	0,40
$e_m = 30$	0,43

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher haut avec un mur et donnant sur l'intérieur

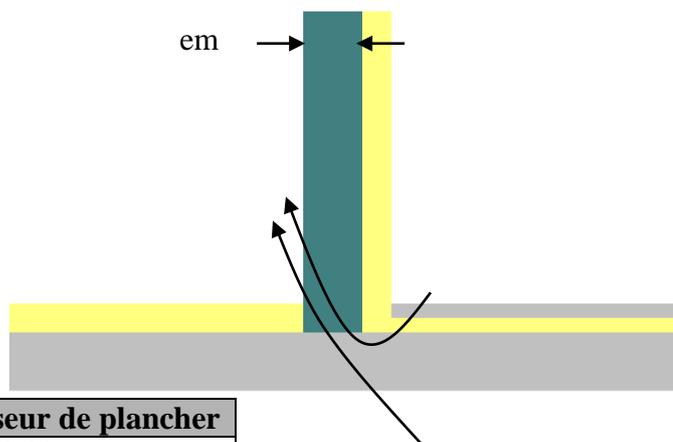
Plancher en béton plein



e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,27
$e_m = 20$	0,32
$e_m = 25$	0,36
$e_m = 30$	0,39

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant



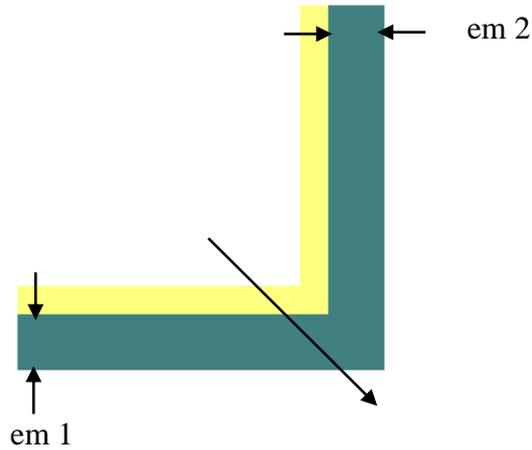
e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,32
$e_m = 20$	0,37
$e_m = 25$	0,40
$e_m = 30$	0,43

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons entre parois verticales

Angle sortant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Mur en béton

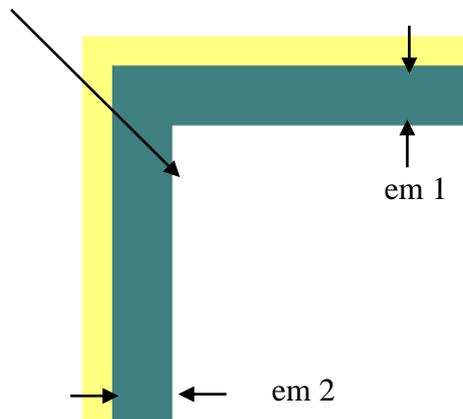


$$\Psi = 0,02 \text{ W}/(\text{m.K})$$

Les valeurs ont été validées sans modifications

Angle rentrant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Murs en béton



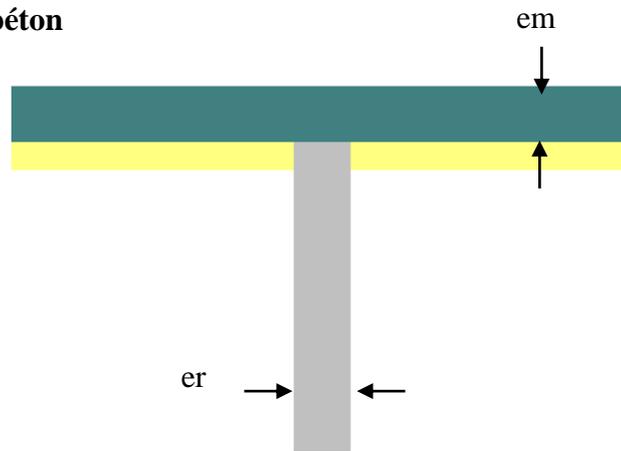
$$R_i = 3,39 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$$

e_{m2} (cm)	e_{m1} (cm)			
	$e_{m1} = 15$	$e_{m1} = 20$	$e_{m1} = 25$	$e_{m1} = 30$
$e_{m2} = 15$	0,08	0,09	0,09	0,10
$e_{m2} = 20$	0,09	0,10	0,10	0,11
$e_{m2} = 25$	0,09	0,10	0,11	0,11
$e_{m2} = 30$	0,10	0,11	0,11	0,12

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison en T entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un refend entièrement situé dans le local chauffé

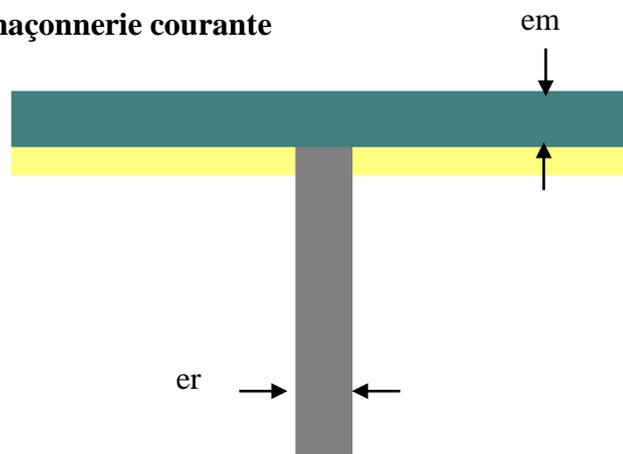
Mur béton / refend en béton



e_m (cm)	e_r (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,47	0,57	0,65
$e_m = 20$	0,42	0,50	0,58
$e_m = 25$	0,39	0,46	0,52
$e_m = 30$	0,36	0,42	0,48

Les valeurs ont été validées sans modifications

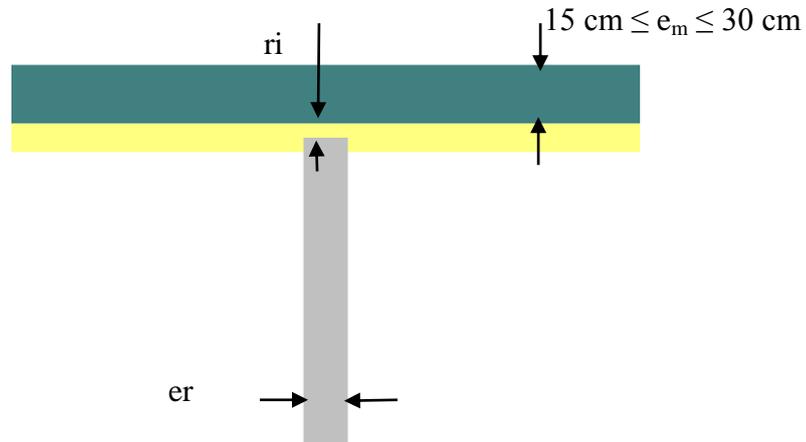
Mur béton / refend en maçonnerie courante



e_m (cm)	e_r (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,31	0,38	0,44
$e_m = 20$	0,29	0,35	0,40
$e_m = 25$	0,27	0,32	0,37
$e_m = 30$	0,25	0,30	0,35

Les valeurs ont été validées sans modifications

Mur béton / refend en béton avec correction par un isolant de résistance R_i ($m^2.K/W$)



$e_m = 15 \text{ cm}$

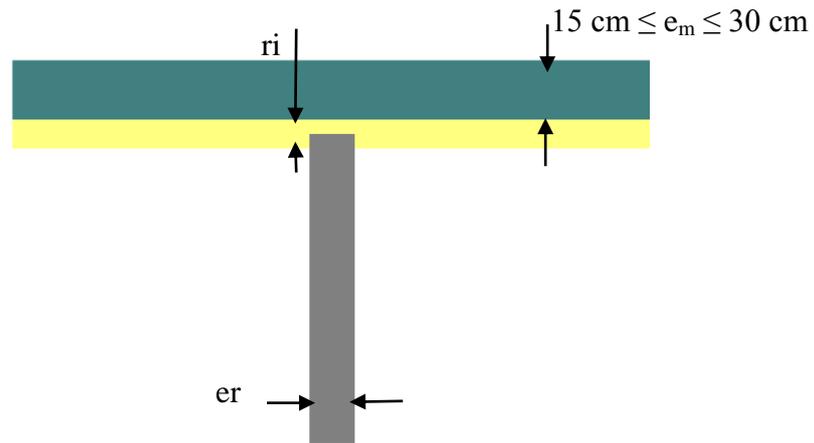
R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,13	0,19	0,24
1,0	0,08	0,12	0,15
1,5	0,06	0,09	0,11
2,0	0,05	0,07	0,09

$e_m = 30 \text{ cm}$

R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,11	0,15	0,20
1,0	0,07	0,10	0,13
1,5	0,06	0,08	0,10
2,0	0,05	0,06	0,08

Les valeurs ont été validées sans modifications

Mur béton / refend en maçonnerie courante avec correction par un isolant de résistance R_i ($m^2.K$)/W



$e_m = 15 \text{ cm}$

Ri	e _r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,12	0,16	0,21
1,0	0,08	0,11	0,14
1,5	0,06	0,08	0,11
2,0	0,05	0,07	0,09

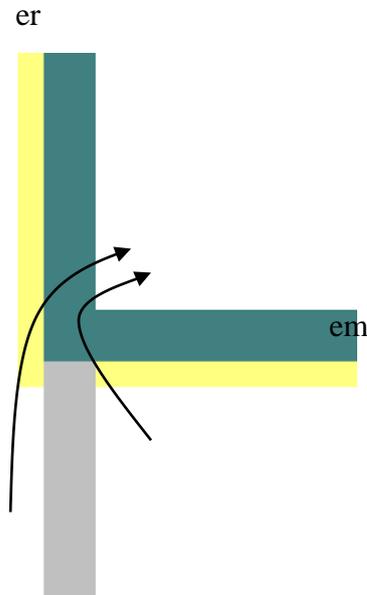
$e_m = 30 \text{ cm}$

Ri	e _r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,10	0,14	0,17
1,0	0,07	0,09	0,12
1,5	0,05	0,07	0,09
2,0	0,04	0,06	0,08

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un refend sur « décroché »

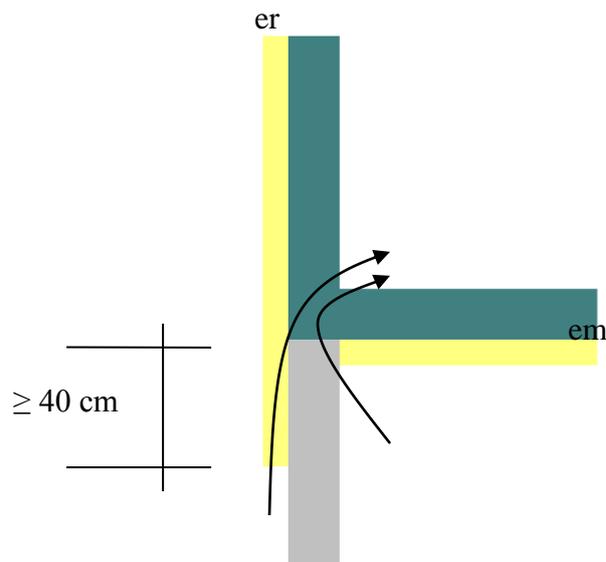
Refend en béton et mur en béton avec l'isolation du refend qui s'arrête au niveau de la face intérieure de l'isolant du mur



e_m	e_r		
	10	15	20
$e_m = 15$	0,30	0,36	0,40
$e_m = 30$	0,25	0,29	0,33

Les valeurs ont été validées sans modifications

Refend en béton et mur en béton avec l'isolation du refend qui se prolonge au-delà de la face intérieure de l'isolant du mur d'au moins 40 cm



e_m	e_r		
	10	15	20
$e_m = 15$	0,28	0,34	0,38
$e_m = 30$	0,24	0,28	0,31

Les valeurs ont été validées sans modifications

THERMEDIA 0.3

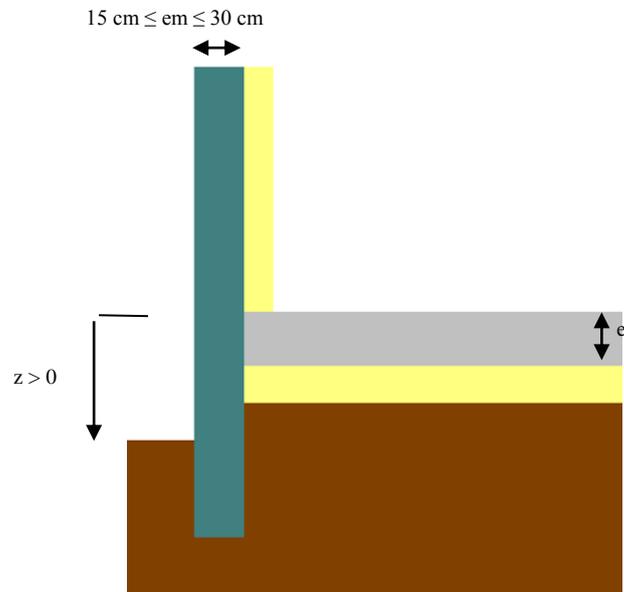
CATALOGUE DE VALEUR DE PONTS THERMIQUES

ψ en W/(m.K)

Liaisons avec un plancher bas

Dallage sur terre-plein

Dallage en béton isolé en sous-face sur toute sa surface et soubassement en béton Thermedia



$em = 15 \text{ cm}$

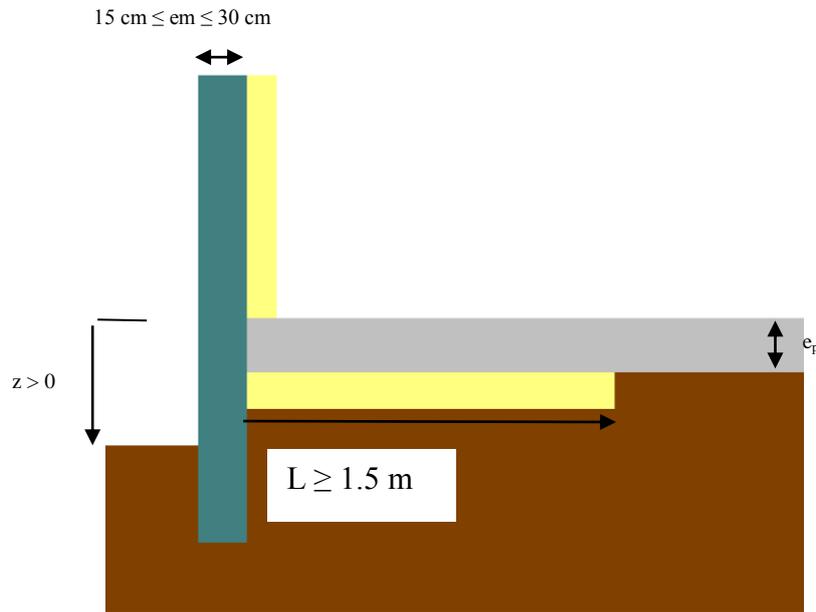
$em = 30 \text{ cm}$

z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,22	0,26	0,29
z = -40	0,25	0,29	0,33
z = -20	0,28	0,33	0,37
z = +20	0,34	0,40	0,45

z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,19	0,22	0,24
z = -40	0,22	0,25	0,28
z = -20	0,24	0,27	0,30
z = +20	0,27	0,31	0,35

Les valeurs ont été validées sans modifications

Dallage en béton avec isolation périphérique horizontale ou verticale et soubassement en béton Thermedia



em = 15 cm

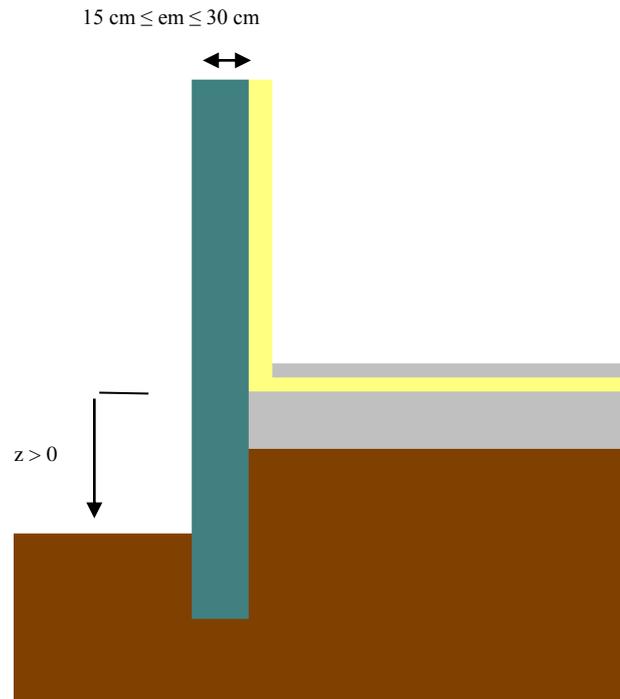
em = 30 cm

z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,17	0,20	0,23
z = -40	0,21	0,25	0,28
z = -20	0,25	0,29	0,33
z = +20	0,32	0,39	0,44

z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
z = -70	0,14	0,17	0,19
z = -40	0,18	0,21	0,23
z = -20	0,20	0,23	0,26
z = +20	0,26	0,29	0,33

Les valeurs ont été validées sans modifications

Dallage en béton isolé sous chape et soubassement en béton Thermedia



$e_m = 15 \text{ cm}$

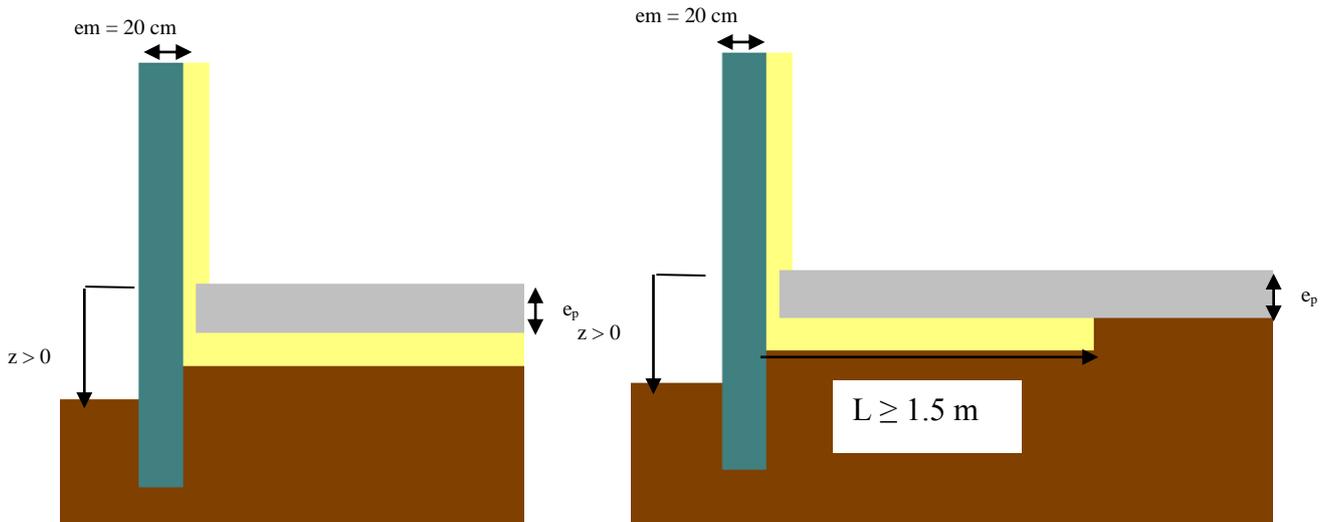
z (en cm)	$R_{sc} = 1,4$	$R_{sc} = 2$
$z = -70$	0,04	0,03
$z = -40$	0,06	0,05
$z = -20$	0,07	0,06
$z = +20$	0,09	0,07

$e_m = 30 \text{ cm}$

z (en cm)	$R_{sc} = 1,4$	$R_{sc} = 2$
$z = -70$	0,03	0,03
$z = -40$	0,05	0,04
$z = -20$	0,06	0,05
$z = +20$	0,08	0,06

Les valeurs ont été validées sans modifications

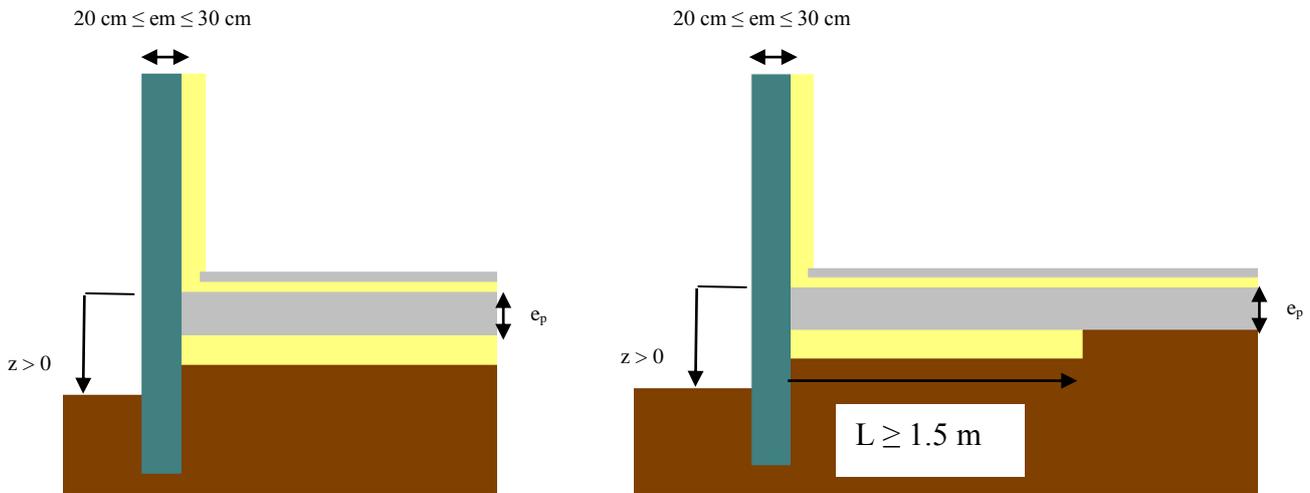
Dallage en béton isolé en sous-face sur toute la surface du plancher ou périphérique avec rupture isolante au droit du dallage



z (en cm)	Rc (m ² .K/W)	Epaisseur du plancher e _p (cm)		
		15	20	25
z = -70	Rc = 0,5	0,07	0,09	0,11
	Rc = 1,0	0,04	0,06	0,08
	Rc = 1,5	0,03	0,04	0,06
z = -40	Rc = 0,5	0,10	0,12	0,15
	Rc = 1,0	0,07	0,09	0,10
	Rc = 1,5	0,05	0,07	0,08
z = -20	Rc = 0,5	0,12	0,14	0,17
	Rc = 1,0	0,08	0,10	0,12
	Rc = 1,5	0,07	0,08	0,10
z = +20	Rc = 0,5	0,14	0,18	0,21
	Rc = 1,0	0,11	0,13	0,15
	Rc = 1,5	0,10	0,10	0,12
z = +40	Rc = 0,5	0,14	0,18	0,21
	Rc = 1,0	0,11	0,13	0,15
	Rc = 1,5	0,10	0,10	0,12

Les valeurs ont été majorées de 0,02 W/(m.K) pour tenir compte de la présence du THERMEDIA au niveau de la fondation dans le modèle de calcul L2D. Le THERMEDIA devrait également être pris en compte dans le modèle L2Da ou bien non pris en compte dans les 2 modèles.

Dallage en béton isolé en sous-face sur toute la surface ou en périphérique et sous chape flottante



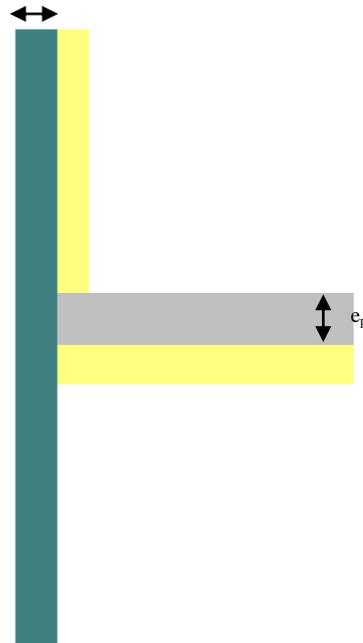
z (en cm)	Epaisseur du plancher e_p (cm)		
	15	20	25
$z < -70$	0,14	0,16	0,17
$-70 \leq z < -40$	0,14	0,16	0,17
$-40 \leq z < -20$	0,16	0,18	0,20
$-20 \leq z < +20$	0,17	0,19	0,21
$+20 \leq z < +40$	0,20	0,22	0,25
$+40 \leq z$	0,20	0,22	0,25

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face

$$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$$

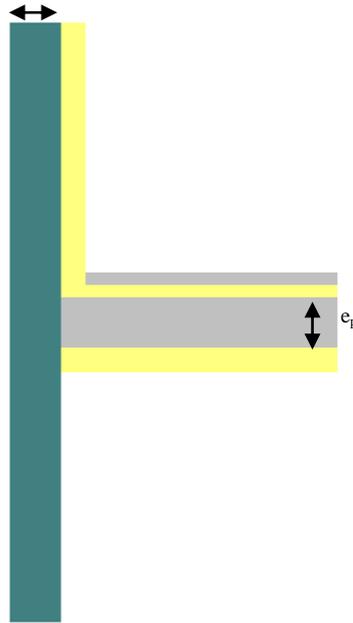


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,36	0,42	0,47
$e_m = 30$	0,29	0,34	0,37

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant

$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$

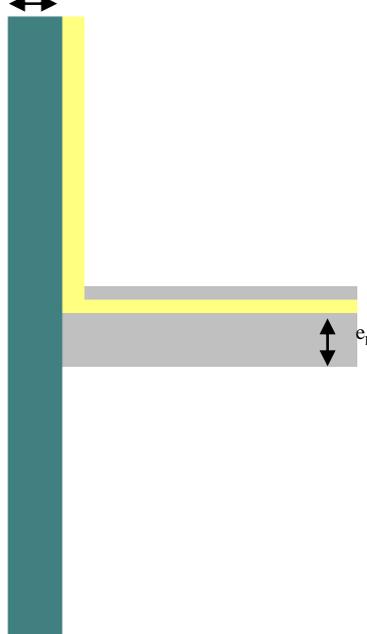


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 30$	0,20	0,23	0,25

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant

$15 \text{ cm} \leq e_m \leq 30 \text{ cm}$

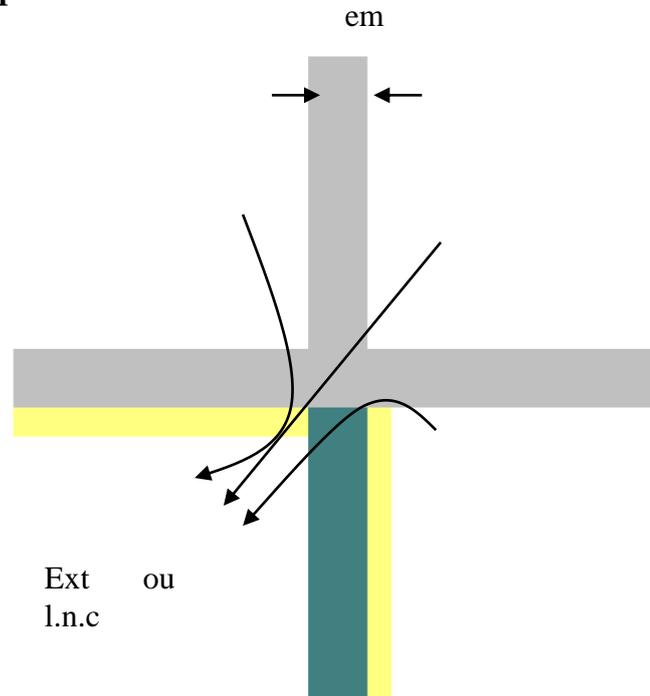


Plancher Mur	$10 \leq e_p \leq 35$		
	$R_{sc} = 1 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$	$R_{sc} = 2 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$	$R_{sc} = 3 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$
$15 \leq e_m < 30$	0,08	0,06	0,04

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur et refend donnant sur l'intérieur

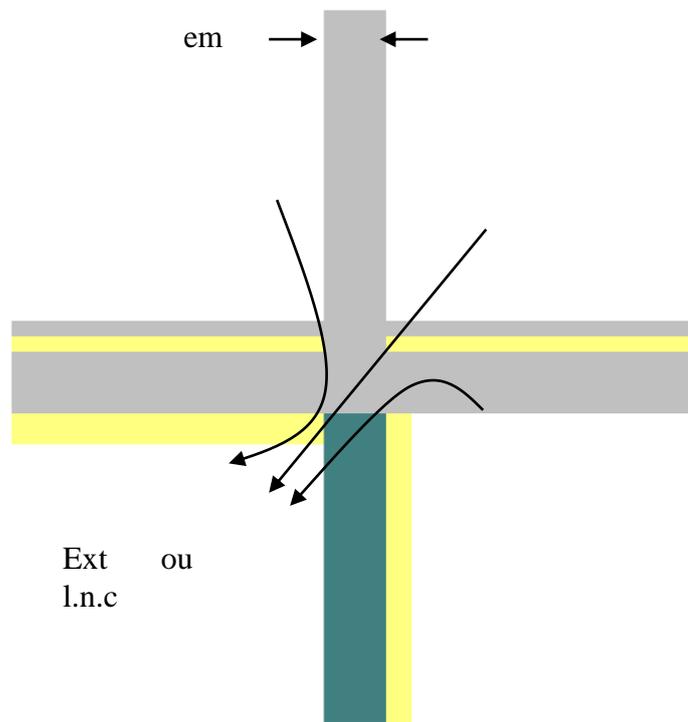
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,26
$e_m = 20$	0,30
$e_m = 25$	0,33
$e_m = 30$	0,35

Les valeurs ont été validées sans modifications

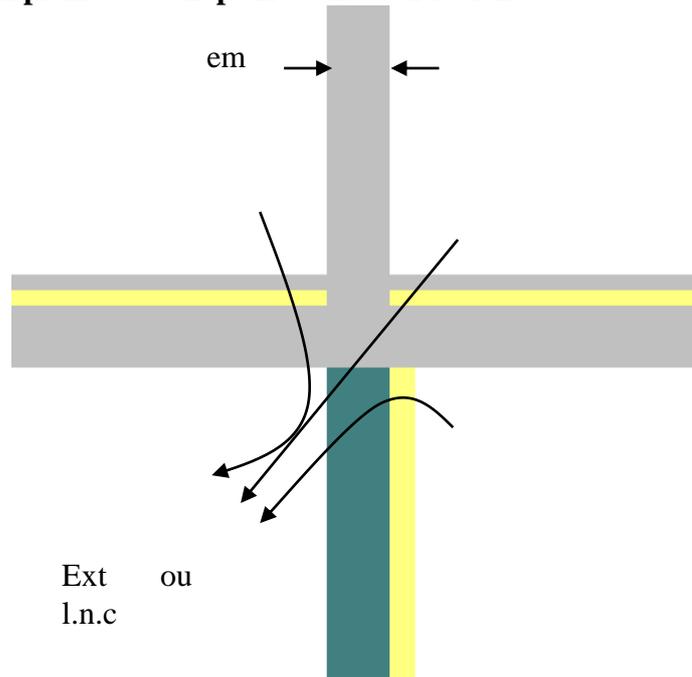
Plancher bas en béton isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,26
$e_m = 20$	0,29
$e_m = 25$	0,32
$e_m = 30$	0,34

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant

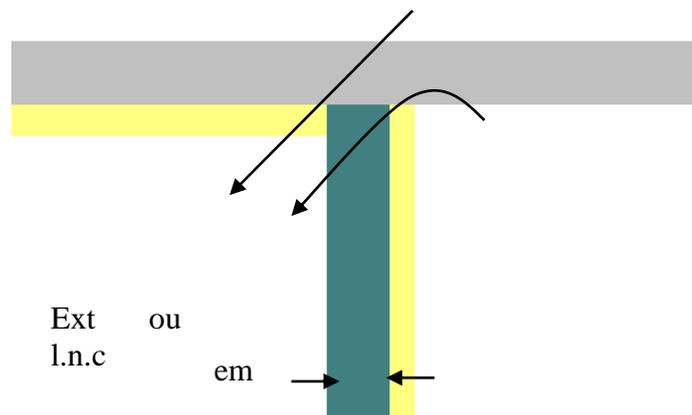


Plancher Mur	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m < 20$	0,91	0,93	0,96
$20 \leq e_m < 25$	0,96	0,98	1,01
$25 \leq e_m < 30$	1,01	1,03	1,06

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé avec un mur donnant sur l'intérieur

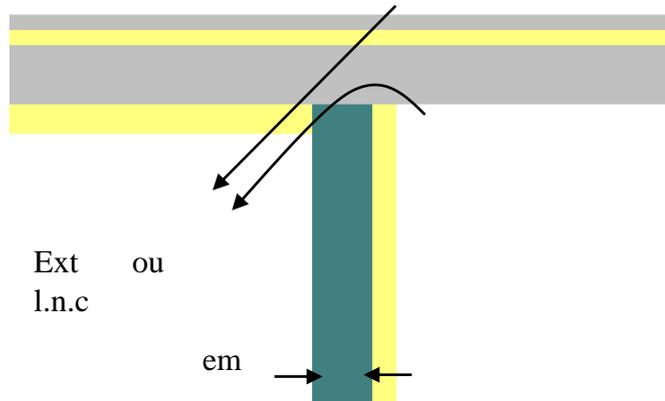
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



Plancher Mur	$10 \text{ cm} \leq e_p \leq 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,25
$e_m = 20$	0,29
$e_m = 25$	0,32
$e_m = 30$	0,34

Les valeurs ont été validées sans modifications

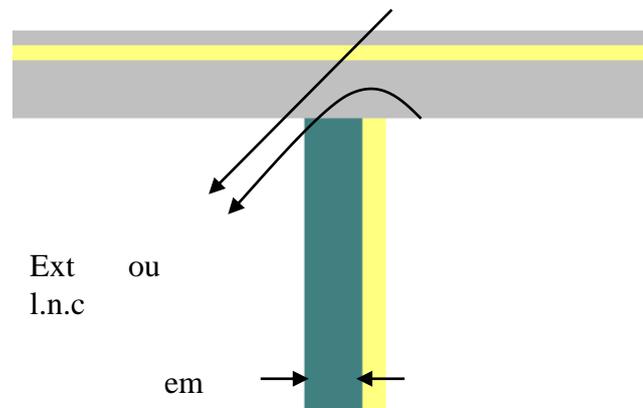
Plancher bas en béton isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



Plancher Mur	$e_p = 10 \text{ cm}$	$e_p = 35 \text{ cm}$
$e_m = 15$	0,21	0,24
$e_m = 20$	0,24	0,27
$e_m = 25$	0,25	0,29
$e_m = 30$	0,27	0,30

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein avec chape flottante sur isolant



$R_{sc} = 0,5 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$

Plancher Mur	$e_p \text{ (cm)}$		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,63	0,71	0,77
$e_m = 30$	0,59	0,66	0,72

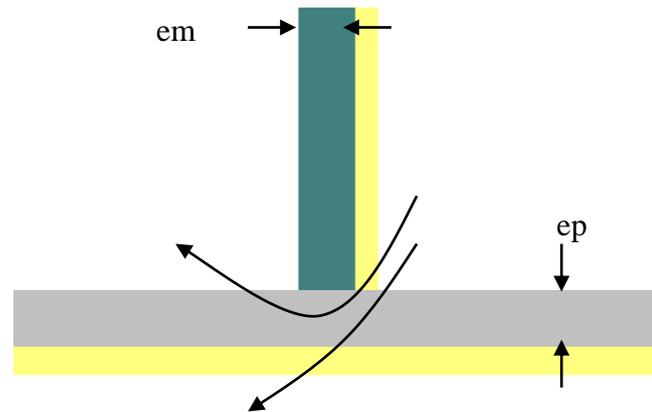
Les valeurs ont été validées sans modifications

$R_{sc} = 3,5 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$

Plancher Mur	$e_p \text{ (cm)}$		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,59	0,69	0,78
$e_m = 30$	0,50	0,59	0,67

Plancher bas donnant sur l'extérieur, un vide sanitaire ou sur un local non chauffé, avec un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

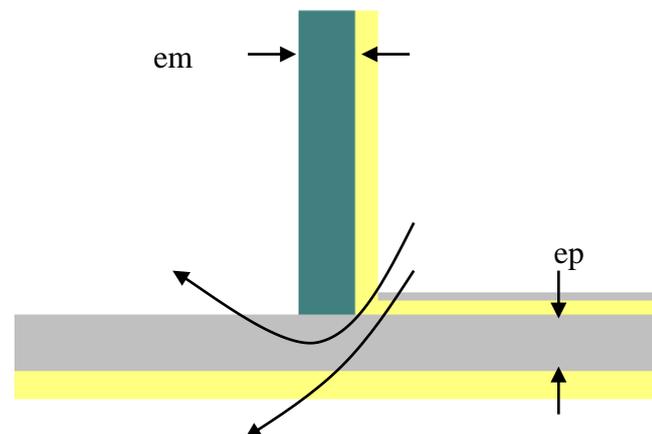
Plancher bas en béton plein isolé en sous-face



e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,50	0,59	0,66
$e_m = 20$	0,47	0,55	0,62
$e_m = 25$	0,44	0,52	0,59
$e_m = 30$	0,41	0,49	0,56

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher bas en béton plein isolé en sous-face avec chape flottante sur isolant



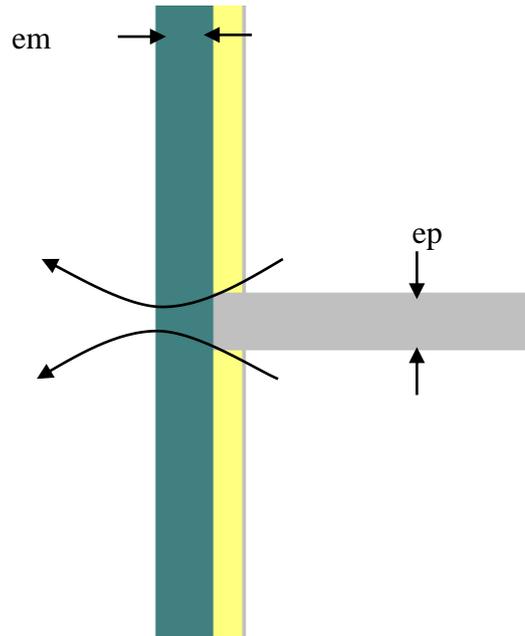
Plancher Mur	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 30$	0,18	0,19	0,21

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons avec un plancher intermédiaire

Liaison du plancher intermédiaire avec mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Plancher en béton plein



Avec un doublage de 10 cm d'épaisseur

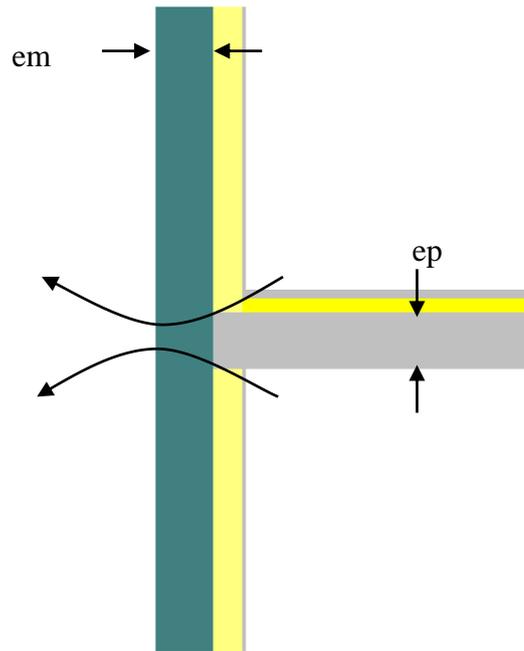
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,41	0,49	0,56
$e_m = 20$	0,37	0,43	0,49
$e_m = 25$	0,33	0,39	0,44
$e_m = 30$	0,30	0,35	0,4

Les valeurs ont été validées sans modifications

Avec un doublage de 14 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,40	0,47	0,54
$e_m = 20$	0,36	0,42	0,48
$e_m = 25$	0,33	0,38	0,43
$e_m = 30$	0,30	0,35	0,4

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

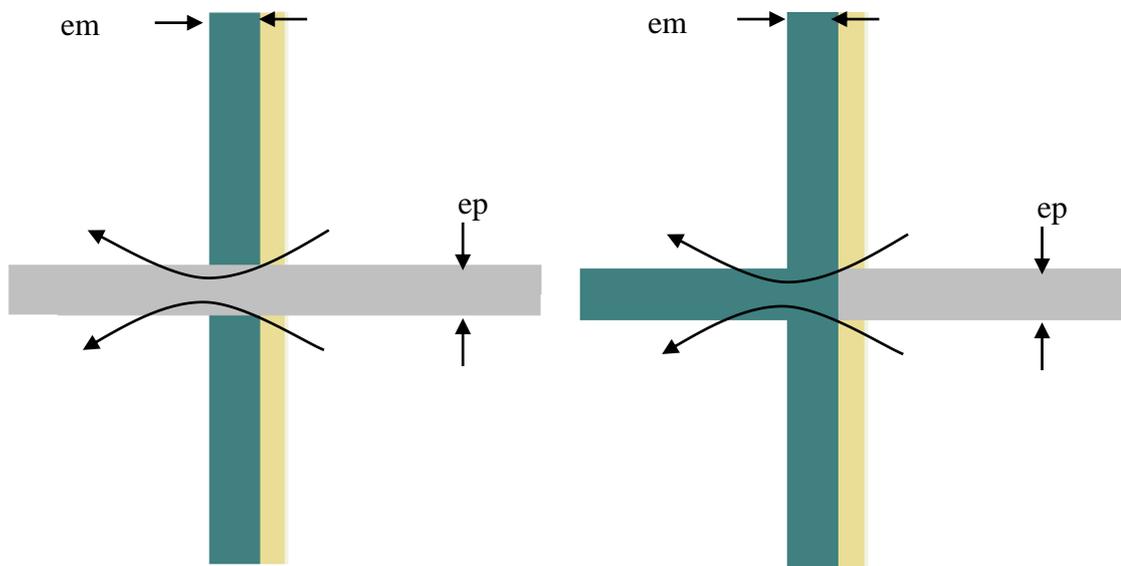


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,41	0,49	0,56
$e_m = 20$	0,37	0,43	0,49
$e_m = 25$	0,33	0,39	0,44
$e_m = 30$	0,30	0,35	0,4

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur

Plancher en béton plein



Avec un doublage de 10 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,71	0,86	0,99
$e_m = 20$	0,65	0,79	0,92
$e_m = 25$	0,60	0,74	0,85
$e_m = 30$	0,56	0,69	0,80

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,39	0,46	0,52
$e_m = 20$	0,35	0,41	0,46
$e_m = 25$	0,32	0,37	0,42
$e_m = 30$	0,29	0,34	0,38

Les valeurs ont été validées sans modifications

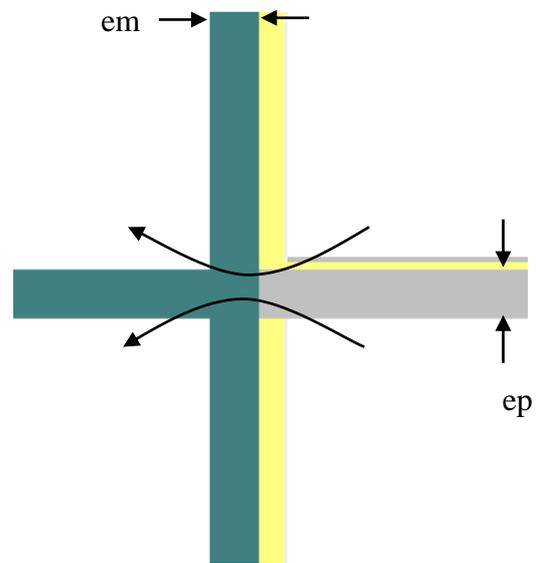
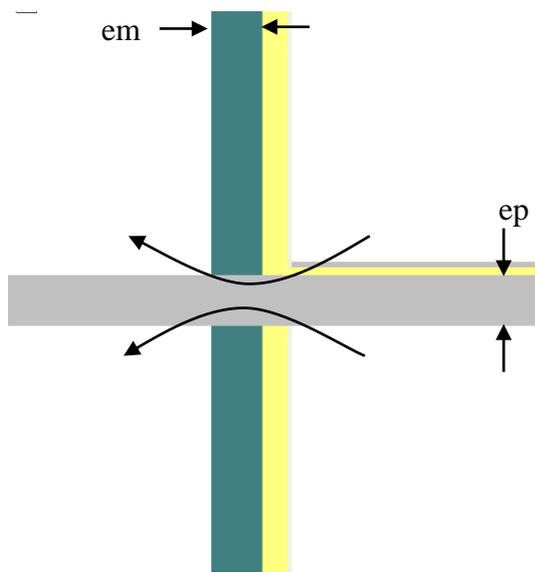
Avec un doublage de 14 cm d'épaisseur

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,65	0,80	0,92
$e_m = 20$	0,61	0,74	0,86
$e_m = 25$	0,57	0,69	0,81
$e_m = 30$	0,53	0,65	0,76

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,38	0,45	0,51
$e_m = 20$	0,35	0,40	0,46
$e_m = 25$	0,32	0,37	0,42
$e_m = 30$	0,29	0,34	0,39

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant



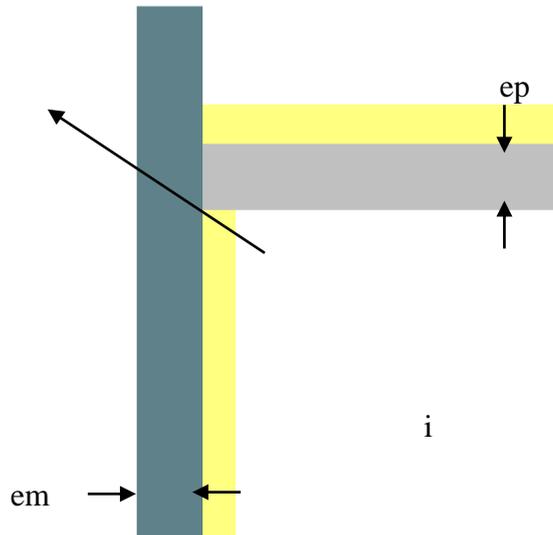
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,70	0,83	0,94
$e_m = 20$	0,65	0,77	0,88
$e_m = 25$	0,60	0,72	0,82
$e_m = 30$	0,56	0,67	0,77

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,39	0,46	0,52
$e_m = 20$	0,35	0,41	0,46
$e_m = 25$	0,32	0,37	0,42
$e_m = 30$	0,29	0,34	0,38

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons avec un plancher haut

Liaison du plancher haut lourd donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé, avec un mur extérieur

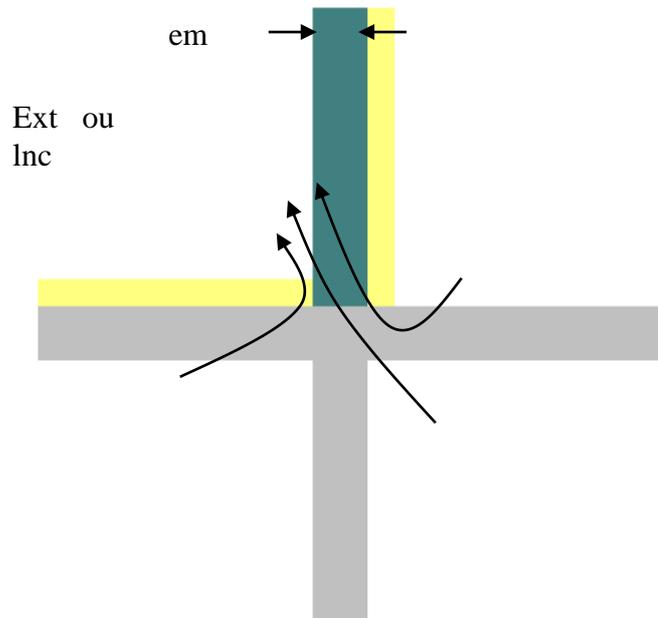


e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,40	0,47	0,53
$e_m = 20$	0,37	0,43	0,48
$e_m = 25$	0,35	0,40	0,45
$e_m = 30$	0,33	0,38	0,42

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher haut avec un mur et un refend donnant sur l'intérieur

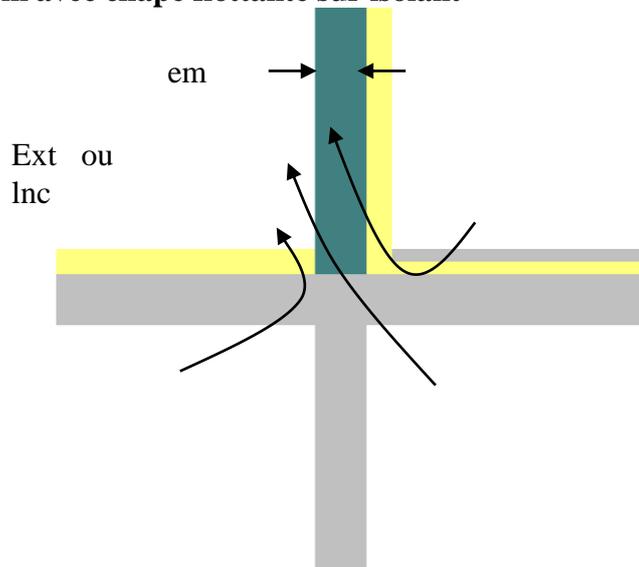
Plancher en béton plein



e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,23
$e_m = 20$	0,27
$e_m = 25$	0,30
$e_m = 30$	0,33

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

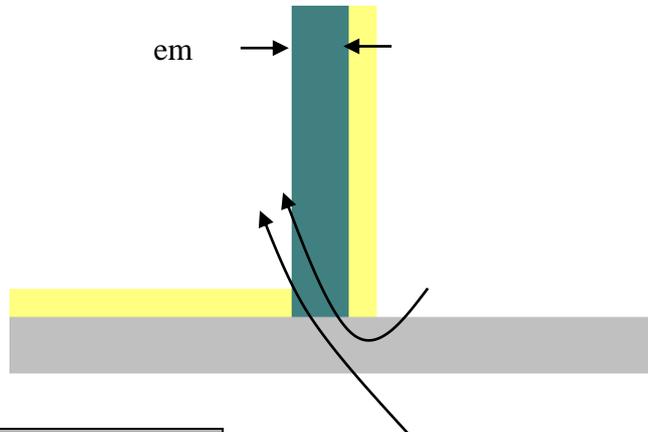


e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,26
$e_m = 20$	0,30
$e_m = 25$	0,33
$e_m = 30$	0,35

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison du plancher haut avec un mur et donnant sur l'intérieur

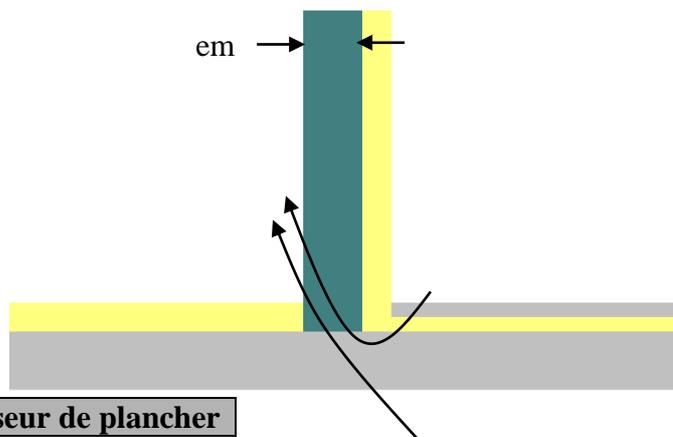
Plancher en béton plein



e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,23
$e_m = 20$	0,27
$e_m = 25$	0,30
$e_m = 30$	0,33

Les valeurs ont été validées sans modifications

Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant



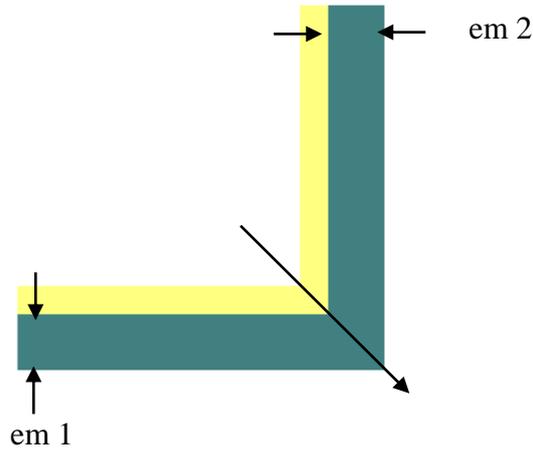
e_m (cm)	Toute épaisseur de plancher
$e_m = 15$	0,27
$e_m = 20$	0,3
$e_m = 25$	0,33
$e_m = 30$	0,35

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaisons entre parois verticales

Angle sortant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Mur en béton

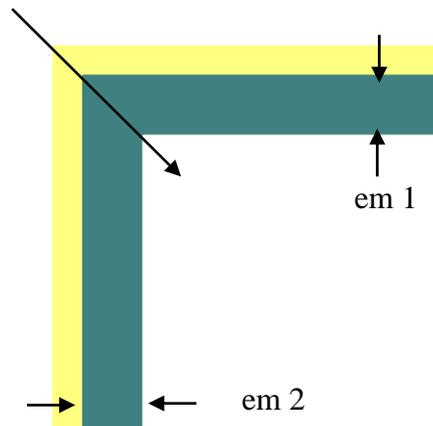


$$\Psi = 0,02 \text{ W}/(\text{m.K})$$

Les valeurs ont été validées sans modifications

Angle rentrant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Murs en béton



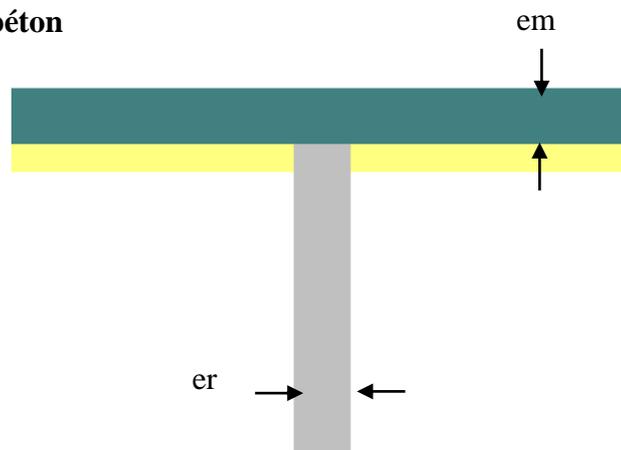
$$R_i = 3,39 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$$

e_{m2} (cm)	e_{m1} (cm)			
	$e_{m1} = 15$	$e_{m1} = 20$	$e_{m1} = 25$	$e_{m1} = 30$
$e_{m2} = 15$	0,07	0,08	0,09	0,09
$e_{m2} = 20$	0,08	0,09	0,09	0,10
$e_{m2} = 25$	0,09	0,09	0,10	0,11
$e_{m2} = 30$	0,09	0,10	0,11	0,11

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison en T entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un refend entièrement situé dans le local chauffé

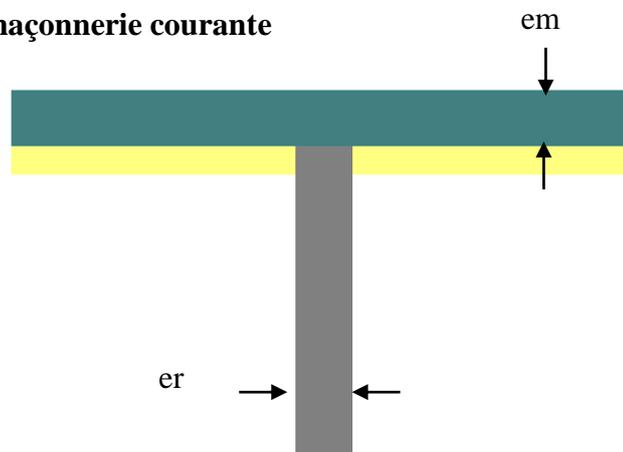
Mur béton / refend en béton



e_m (cm)	e_r (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,41	0,49	0,57
$e_m = 20$	0,36	0,43	0,49
$e_m = 25$	0,32	0,38	0,44
$e_m = 30$	0,29	0,35	0,40

Les valeurs ont été validées sans modifications

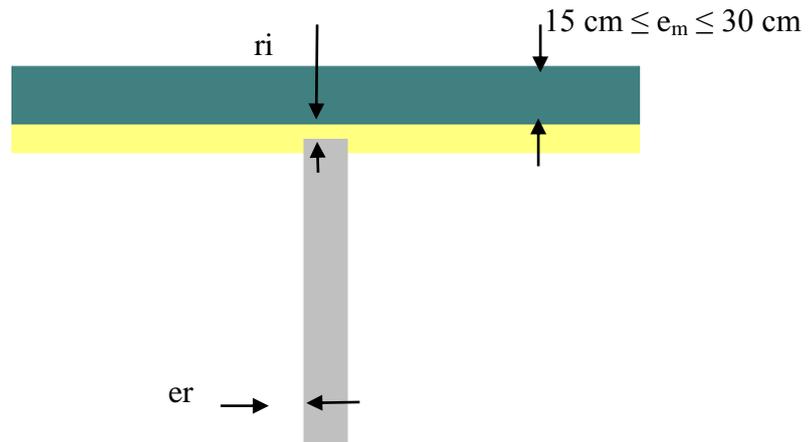
Mur béton / refend en maçonnerie courante



e_m (cm)	e_r (cm)		
	15	20	25
$e_m = 15$	0,28	0,34	0,40
$e_m = 20$	0,26	0,31	0,36
$e_m = 25$	0,23	0,28	0,32
$e_m = 30$	0,22	0,26	0,30

Les valeurs ont été validées sans modifications

Mur béton / refend en béton avec correction par un isolant de résistance R_i ($m^2.K$)/W



$e_m = 15 \text{ cm}$

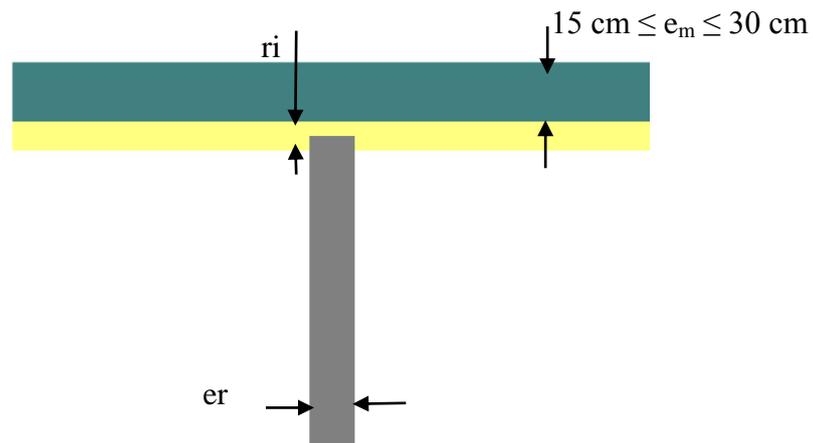
Ri	e _r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,12	0,17	0,22
1,0	0,08	0,11	0,14
1,5	0,06	0,09	0,11
2,0	0,05	0,07	0,09

$e_m = 30 \text{ cm}$

Ri	e _r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,10	0,14	0,18
1,0	0,07	0,09	0,12
1,5	0,05	0,07	0,09
2,0	0,04	0,06	0,08

Les valeurs ont été validées sans modifications

Mur béton / refend en maçonnerie courante avec correction par un isolant de résistance R_i ($m^2.K$)/W



$e_m = 15 \text{ cm}$

R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,11	0,15	0,19
1,0	0,07	0,10	0,13
1,5	0,06	0,08	0,10
2,0	0,05	0,07	0,08

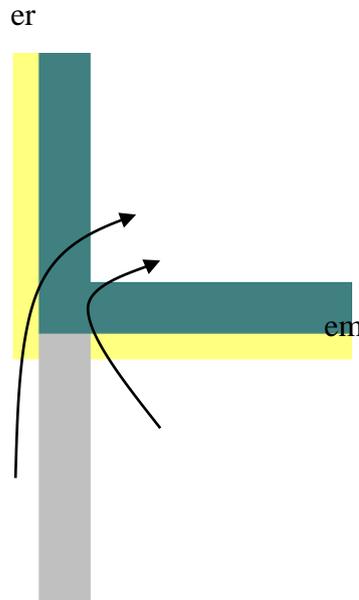
$e_m = 30 \text{ cm}$

R_i	e_r (cm)		
	10	15	20
0,5	0,09	0,12	0,16
1,0	0,06	0,09	0,11
1,5	0,05	0,07	0,09
2,0	0,04	0,06	0,07

Les valeurs ont été validées sans modifications

Liaison entre un mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé et un refend sur « décroché »

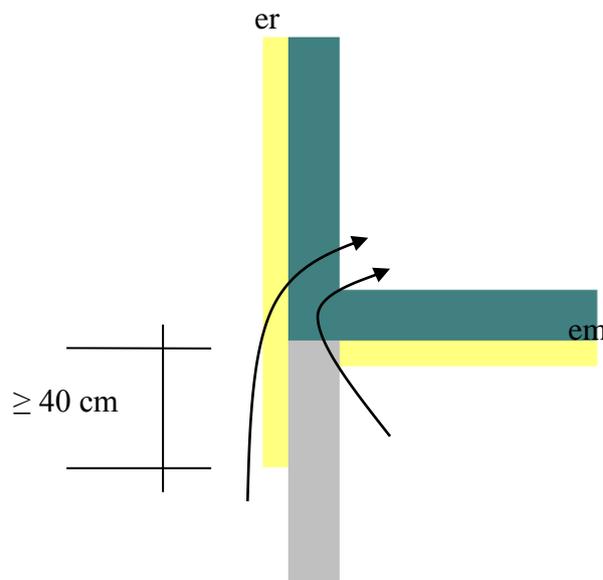
Refend en béton et mur en béton avec l'isolation du refend qui s'arrête au niveau de la face intérieure de l'isolant du mur



e_m	e_r		
	10	15	20
$e_m = 15$	0,26	0,30	0,34
$e_m = 30$	0,21	0,24	0,27

Les valeurs ont été validées sans modifications

Refend en béton et mur en béton avec l'isolation du refend qui se prolonge au-delà de la face intérieure de l'isolant du mur d'au moins 40 cm



e_m	e_r		
	10	15	20
$e_m = 15$	0,24	0,29	0,32
$e_m = 30$	0,20	0,23	0,26

Les valeurs ont été validées sans modifications

V. CONCLUSION

Les modèles de calcul ainsi que les valeurs de ponts thermiques transmis par la société LAFARGE dans son dossier du 18 mars et du 30 mai 2013 ont été validés par le CSTB et sont conformes aux hypothèses et à la méthodologie de calcul détaillée dans le présent rapport.

Les valeurs ont été obtenues sur la base de calcul numérique en 2D avec prise en compte des armatures en acier présentes dans le béton sur la base d'une approche de calcul simplifiée jugée sécuritaire (méthode détaillée en annexe du présent rapport).

La limite de validité des valeurs est indiquée à la page 6 du présent rapport d'étude.

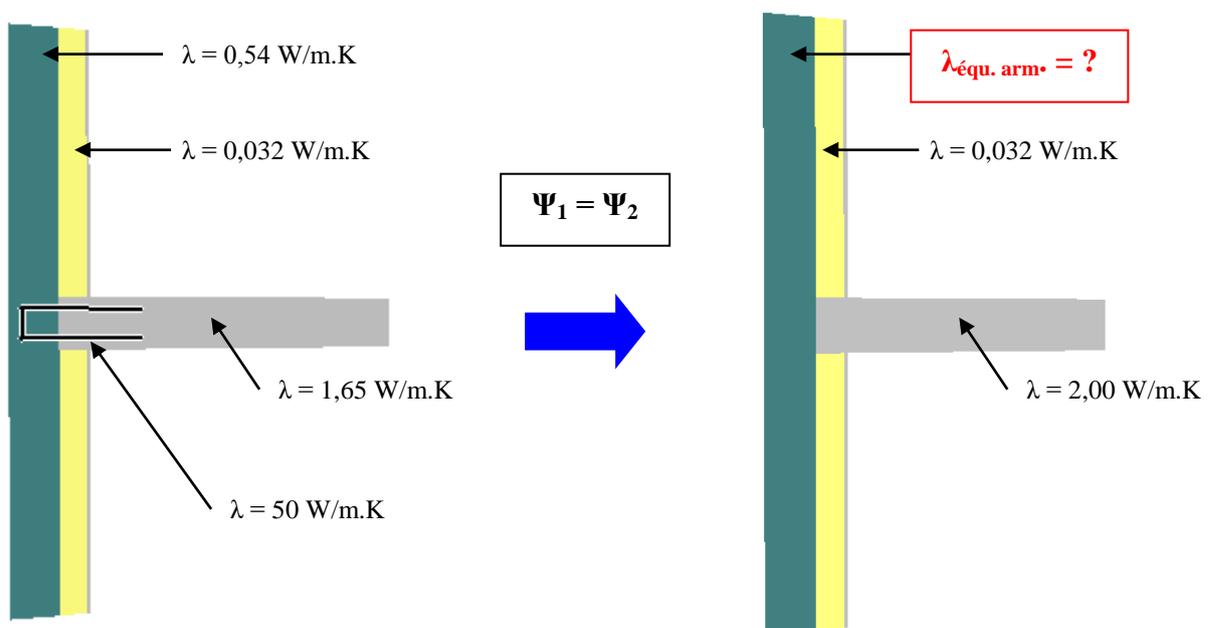
V. ANNEXES

ANNEXE 1 : ETUDE IMPACT ARMATURES

La conductivité utile des bétons légers THERMEDIA est établie sans éléments de traverse ou armatures métalliques (ferraillage). Afin que les valeurs des coefficients de transmission linéiques Ψ affichées correspondent au mieux aux configurations réelles, cette note préliminaire a pour objet de déterminer les conductivités thermiques équivalentes, pour les bétons Thermedia 0.6, Thermedia 0.45 et Thermedia 0.3, à utiliser dans les calculs des Ψ pour prendre en compte l'influence des armatures.

1. Méthode :

La méthode choisie est de modéliser les quatre liaisons les plus courantes en prenant en compte les armatures et la conductivité thermique réelle de chaque matériau. Une valeur de Ψ est ainsi obtenue. Ensuite, une seconde série de modèles est générée en supprimant les armatures. Il est ainsi possible de déterminer le λ équivalent du Thermedia qui permet d'obtenir le même Ψ .



2. Hypothèses de ferraillage :

Pour une dalle de 20 cm d'épaisseur, le ferraillage le plus couramment utilisé à la liaison avec le voile de façade consiste en des « U » HA 8 espacés de 20 cm. Cela correspond à un taux d'armatures en section de 0,25 %. Les armatures sont donc modélisées en U avec un espacement horizontal de 20 cm. A défaut de pouvoir les modéliser, les ronds de 8 mm sont substitués par une section équivalente correspondant à des carrés de 7,07 mm de côté.

3. Liaison voile de façade / plancher intermédiaire
a. Configuration

Fichiers TRISCO : [Inter_32_18](#) et [Inter_32_18 sa](#)
Epaisseur du voile de façade : 18 cm

Epaisseur de la dalle : 20 cm

Doublage : Th 32 13+100

b. Résultat pour Thermedia 0.6

Conductivité thermique du Thermedia 0.6 non armé : 0,54 W/m.K

Coefficient de pont thermique linéique : 0,57 W.m.K

Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.6 : **0,555 W/m.K**

c. Résultat pour Thermedia 0.3

Conductivité thermique du Thermedia 0.3 non armé : 0,35 W/m.K

Coefficient de pont thermique linéique : 0,445 W.m.K

Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.3 : **0,38 W/m.K**

4. Liaison voile de façade / mur de refend

a. Configuration

Fichiers TRISCO : **refend** et **refend sa**

Epaisseur du voile de façade : 18 cm

Epaisseur du refend : 18 cm

Doublage : Th 32 13+100

b. Résultat pour Thermedia 0.6

Conductivité thermique du Thermedia 0.6 non armé : 0,54 W/m.K

Coefficient de pont thermique linéique : 0,535 W.m.K

Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.6 : **0,556 W/m.K**

c. Résultat pour Thermedia 0.3

Conductivité thermique du Thermedia 0.3 non armé : 0,35 W/m.K

Coefficient de pont thermique linéique : 0,42 W.m.K

Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.3 : **0,384 W/m.K**

d. Résultat pour Thermedia 0.45

Conductivité thermique du Thermedia 0.45 non armé : 0,45 W/m.K

Coefficient de pont thermique linéique : 0,485 W.m.K

Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.45 : **0,475 W/m.K**

5. Liaison voile de façade / plancher bas

a. Configuration

Fichiers TRISCO : **pl_bas_simple** et **pl_bas_simple sa**

Epaisseur du voile de façade : 18 cm

Epaisseur de la dalle : 20 cm

Doublage : Th 32 13+100

Isolation du plancher bas : 20 cm ; $\lambda = 0,038$ W/m.K

b. Résultat pour Thermedia 0.6

Conductivité thermique du Thermedia 0.6 non armé : 0,54 W/m.K
 Coefficient de pont thermique linéique : 0,475 W.m.K
 Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.6 : **0,53 W/m.K**

c. Résultat pour Thermedia 0.3

Conductivité thermique du Thermedia 0.3 non armé : 0,35 W/m.K
 Coefficient de pont thermique linéique : 0,39 W.m.K
 Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.3 : **0,366 W/m.K**

6. Liaison voile de façade / plancher haut

a. Configuration

Fichiers TRISCO : **pl_haut** et **pl_haut sa**
 Epaisseur du voile de façade : 18 cm
 Epaisseur de la dalle : 20 cm
 Doublage : Th 32 13+100
 Isolation du plancher haut : 18 cm ; $\lambda = 0,025$ W/m.K

b. Résultat pour Thermedia 0.6

Conductivité thermique du Thermedia 0.6 non armé : 0,54 W/m.K
 Coefficient de pont thermique linéique : 0,525 W.m.K
 Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.6 : **0,533 W/m.K**

c. Résultat pour Thermedia 0.3

Conductivité thermique du Thermedia 0.3 non armé : 0,35 W/m.K
 Coefficient de pont thermique linéique : 0,43 W.m.K
 Conductivité thermique équivalente du Thermedia 0.3 : **0,375 W/m.K**

7. Conclusion

	$\lambda_{réel}$	$\lambda_{armé1}$	$\lambda_{armé2}$	$\lambda_{armé3}$	$\lambda_{armé4}$
Thermedia 0.6	0,54	0,555	0,556	0,53	0,533
Thermedia 0.3	0,35	0,38	0,384	0,366	0,375
Thermedia 0.45	0,45		0,475		

Pour la suite de l'étude, nous convenons que la conductivité thermique du Thermedia armé correspond à la valeur maximale obtenue ci-avant, arrondie à la deuxième décimale donc :

Thermedia 0.6 armé : $\lambda = 0,56$ W/m.K
Thermedia 0.3 armé : $\lambda = 0,38$ W/m.K
Thermedia 0.45 armé : $\lambda = 0,48$ W/m.K