



conduceö

Dossier de validation

version 5

Déclaration de conformité

Tests de validation de la norme EN 10211

Cas n°1	6
Cas n°2	7

Tests de validation de la norme EN 10077-2

Cas D.1	8
Cas D.2	10
Cas D.3	12
Cas D.4	14
Cas D.5	16
Cas D.6	18
Cas D.7	20
Cas D.8	22
Cas D.9	24
Cas D.10	25

Comparaison avec Therm 7.3

Test 1 – angle sortant, isolation intérieure	27
Test 2 – angle sortant, isolation & parement brique intérieurs	28
Test 3 – angle sortant, isolation extérieure	28
Test 4 – Plancher intermédiaire, isolation intérieure	29
Test 5 – Plancher intermédiaire avec balcon, isolation intérieure	29
Test 6 – Plancher intermédiaire, isolation intérieure du plancher	30
Test 7 – Plancher intermédiaire, isolation intérieure et extérieure du plancher	31
Test 8 – Plancher haut, structure acier-bois, isolation extérieure	32
Test 9 – Plancher haut, acrotère avec isolation extérieure en toiture	33

Comparaison avec les valeurs tabulées de la RT 2012

Test 10 – ITI.2.1.1	34
Test 11 – ITI.3.1.5	35
Test 12 – ITI.4.2.1	36
Test 13 – ITE.2.2.1	37
Test 14 – ITE.3.1.1	38
Test 15 – ITE.4.1.1	39
Test 16 – OB.2.7	40

Comparaison avec TRISCO

Test 17 – plancher intermédiaire avec isolation intérieure	42
Test 18 – plancher intermédiaire avec isolation intérieure et extérieure	43
Test 19 – plancher intermédiaire avec isolation extérieure	44
Test 20 – plancher haut avec isolation extérieure	45

Test 21 – plancher haut avec isolation extérieure du débord	46
Test 22 – plancher haut avec isolation extérieure du débord	47
Test 23 – plancher haut avec acrotère et isolation extérieure	48
Test 24 – plancher bas avec isolation intérieure	49
Test 25 – plancher bas avec isolation intérieure DU PLANCHER	50
Test 26 – plancher bas avec isolation extérieure	51
Test 27 – plancher bas avec isolation extérieure et intérieure	52
Test 28 – plancher bas avec isolation extérieure et intérieure	53
Test 29 – plancher bas avec isolation intérieure	54
Validations des ponts thermiques intermédiaires	
Test 30 – Cas simple à 2 ambiances thermiques	55
Test 31 – Cas symétrique à 3 ambiances thermiques	55
TEST 32 – ITR 2.1.3	56
Synthèse des comparatifs	
Validations des calculs de condensation dans la masse	
Test 1 – Paroi simple	58
Test 2 – Paroi simple en 2 dimensions	59
Test 3 – Paroi isolée par l'intérieur	59
Conclusion	

Déclaration de conformité

Le logiciel conducteö, version 5, a été testé avec succès à l'aide des tests de validation issus des normes européennes suivantes :

- EN ISO 10211:2018 (Ponts thermiques dans les bâtiments – Flux thermiques et températures superficielles),
- EN ISO 10077-2:2012 (Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 2 : Méthode numérique pour les encadrements).

Ce dossier reprend l'ensemble des tests de validations effectués et présente un résumé des résultats obtenus et comparés aux résultats disponibles dans les normes précédentes. Les fichiers de modélisation utilisés pour valider le logiciel sont disponibles dans le répertoire d'installation du logiciel.

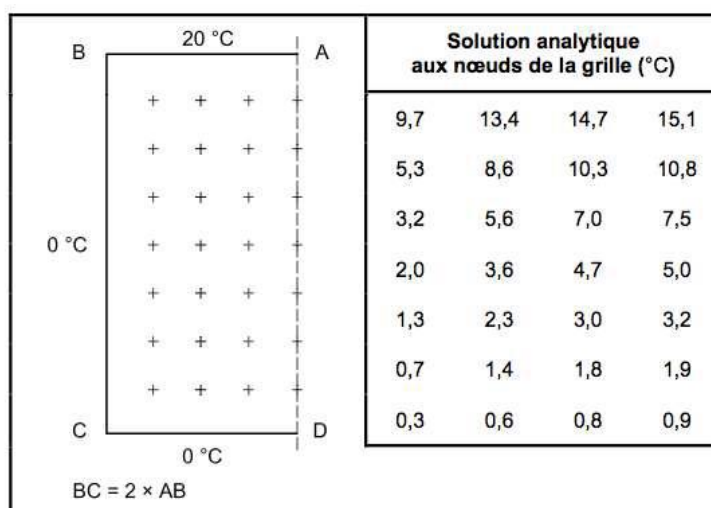
En conséquence, les résultats obtenus avec le logiciel conducteö, version 5, peuvent être utilisés dans les cadres nécessitant un outil informatique conforme aux normes précédentes ; sous réserve que les conditions de modélisation desdites normes soient respectées.

Tests de validation de la norme EN 10211

Cette section présente les deux tests de validations de la norme EN 10211 ainsi que les résultats obtenus pour ces tests avec le logiciel conducteö, version 5. La conformité des résultats obtenus au regard des résultats exigibles permet de catégoriser le logiciel en tant que méthode bidimensionnelle en régime permanent de haute précision.

Cas n°1

Le cas n°1 de la norme EN 10211 est présenté sur l'illustration ci-dessous. Il s'agit d'un volume de forme rectangulaire dont les températures aux limites sont imposées. La solution ne dépend pas de la conductivité thermique du matériau et les résistances superficielles sont prises quasi-nulles ($0,001 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$). L'axe AD présenté sur le schéma est une limite adiabatique (flux de chaleur nul).



La solution obtenue est présentée ci-dessous. L'écart absolu maximal observé est inférieur à $0,1^\circ\text{C}$ conformément à la norme.

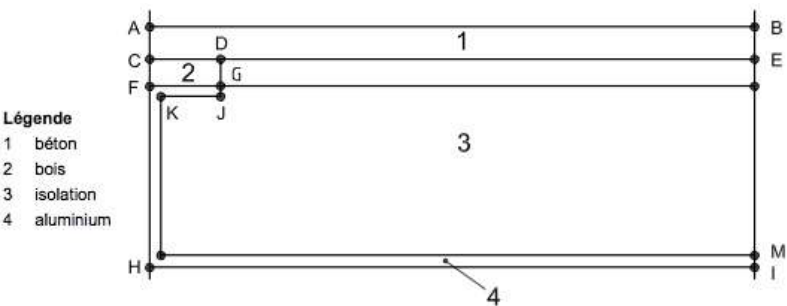
norme EN 10211			
9,7	13,4	14,7	15,1
5,3	8,6	10,3	10,8
3,2	5,6	7,0	7,5
2,0	3,6	4,7	5,0
1,3	2,3	3,0	3,2
0,7	1,4	1,8	1,9
0,3	0,6	0,8	0,9

conduceö			
9,6355	13,3037	14,6516	15,0113
5,2858	8,6230	10,2802	10,7744
3,2239	5,6158	7,0065	7,4562
2,0431	3,6558	4,6654	5,0068
1,2795	2,3163	2,9879	3,2201
0,7526	1,3694	1,7750	1,9167
0,3513	0,6405	0,8320	0,8992

écart absolu			
0,0645	0,0963	0,0484	0,0887
0,0142	0,023	0,0198	0,0256
0,0239	0,0158	0,0065	0,0438
0,0431	0,0558	0,0346	0,0068
0,0205	0,0163	0,0121	0,0201
0,0526	0,0306	0,025	0,0167
0,0513	0,0405	0,032	0,068

Cas n°2

Le cas n°2 de la norme EN 10211 est présenté sur l'illustration ci-dessous. Les dimensions, les matériaux utilisés et les conditions aux limites imposées sont précisés sur le schéma.



Dimensions mm	Conductivité thermique W/(m K)	Conditions aux limites
AB = 500	1: 1,15	AB: 0 °C avec $R_{se} = 0,06 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
AC = 6	2: 0,12	HI: 20 °C avec $R_{si} = 0,11 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
CD = 15	3: 0,029	
CF = 5	4: 230	
EM = 40		
GJ = 1,5		
IM = 1,5		
FG – KJ = 1,5		

Les résultats normalisés sont indiqués ci-dessous (flux de chaleur total et températures en plusieurs points).

Températures en °C:		
A: 7,1		B: 0,8
C: 7,9	D: 6,3	E: 0,8
F: 16,4	G: 16,3	
H: 16,8		I: 18,3
Flux thermique total: 9,5 W/m.		

Le tableau ci-dessous à gauche reprend les résultats exigibles. Le tableau central résume les résultats obtenus avec le logiciel. Enfin, le tableau situé sur la droite présente les écarts absolus entre les résultats exigibles et obtenus. La précision obtenue est conforme à celle exigée par la norme (0,1°C pour les températures et 0,1 W/m pour le flux total).

norme EN 10211			conduceö			écart absolu		
7,1		0,8	7,0740		0,7599	0,026		0,0401
7,9	6,3	0,8	7,8897	6,2968	0,8224	0,0103	0,0032	0,0224
16,4	16,3		16,4096	16,3352		0,0096	0,0352	
16,8		18,3	16,7693		18,3339	0,0307		0,0339
9,5 W/m			9,4770 W/m			0,023 W/m		

Tests de validation de la norme EN 10077-2

Cette section présente les 10 tests de validations de la norme EN 10077-2 ainsi que les résultats obtenus pour ces tests avec le logiciel conducteö, version 5. Les conductivités thermiques équivalentes des cavités d'air ont été déterminées automatiquement par le logiciel, conformément à la méthode de calcul de la norme EN 10077-2.

Cas D.1

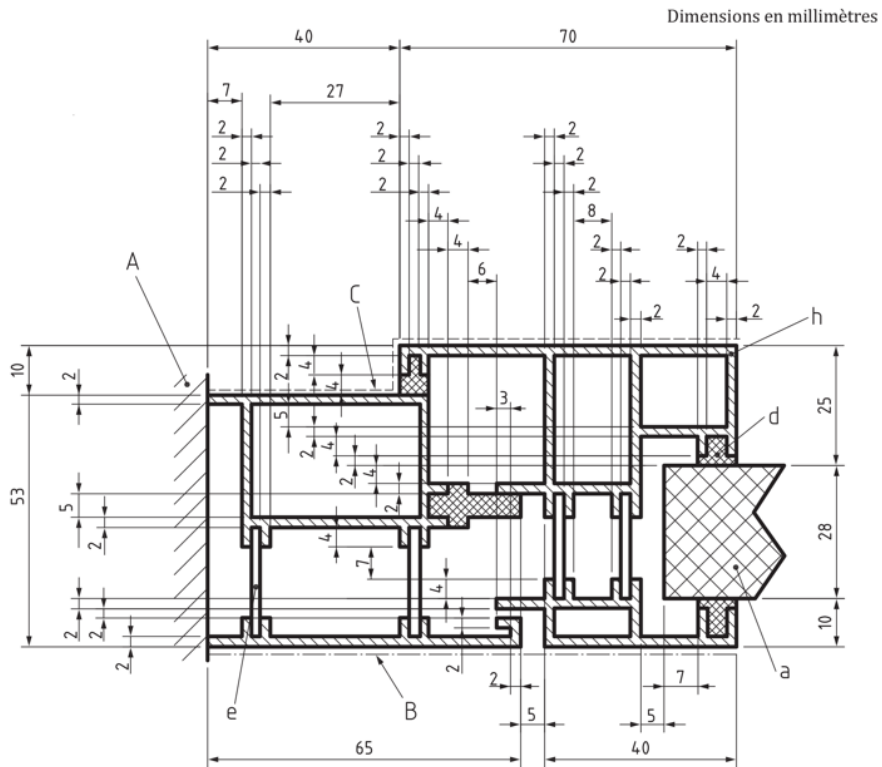


Figure D.1 — Encadrement en aluminium avec coupure thermique et panneau isolant
($b_f = 110 \text{ mm}$)

Cas D.2

Dimensions en millimètres

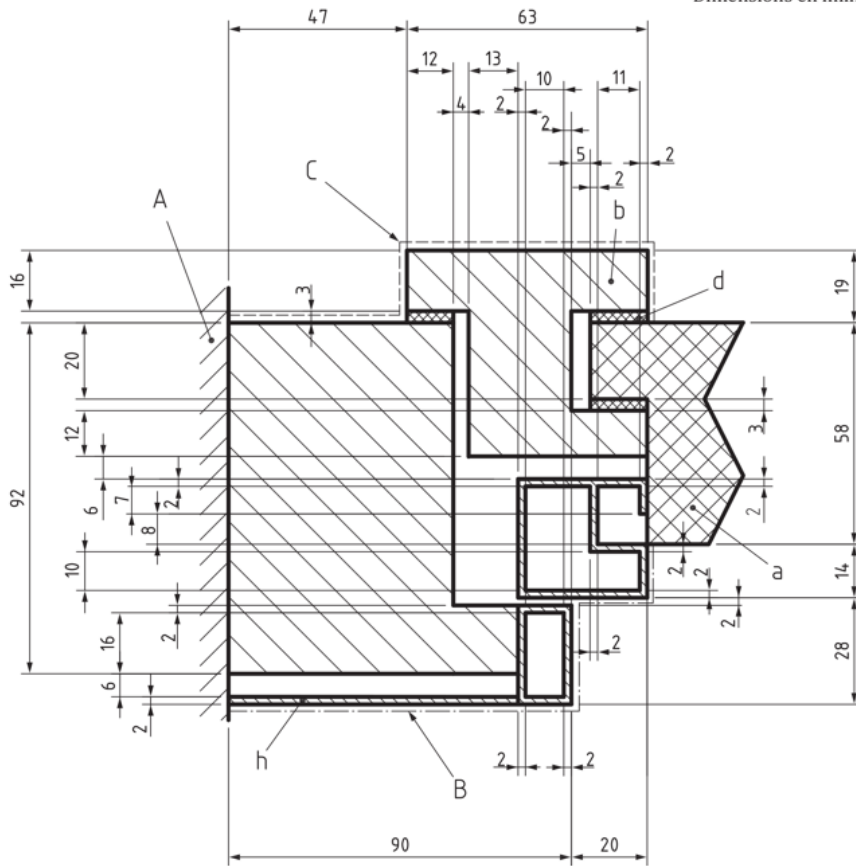


Figure D.2 — Encadrement mixte aluminium/bois avec panneau isolant ($b_f = 110$ mm)

Cas D.3

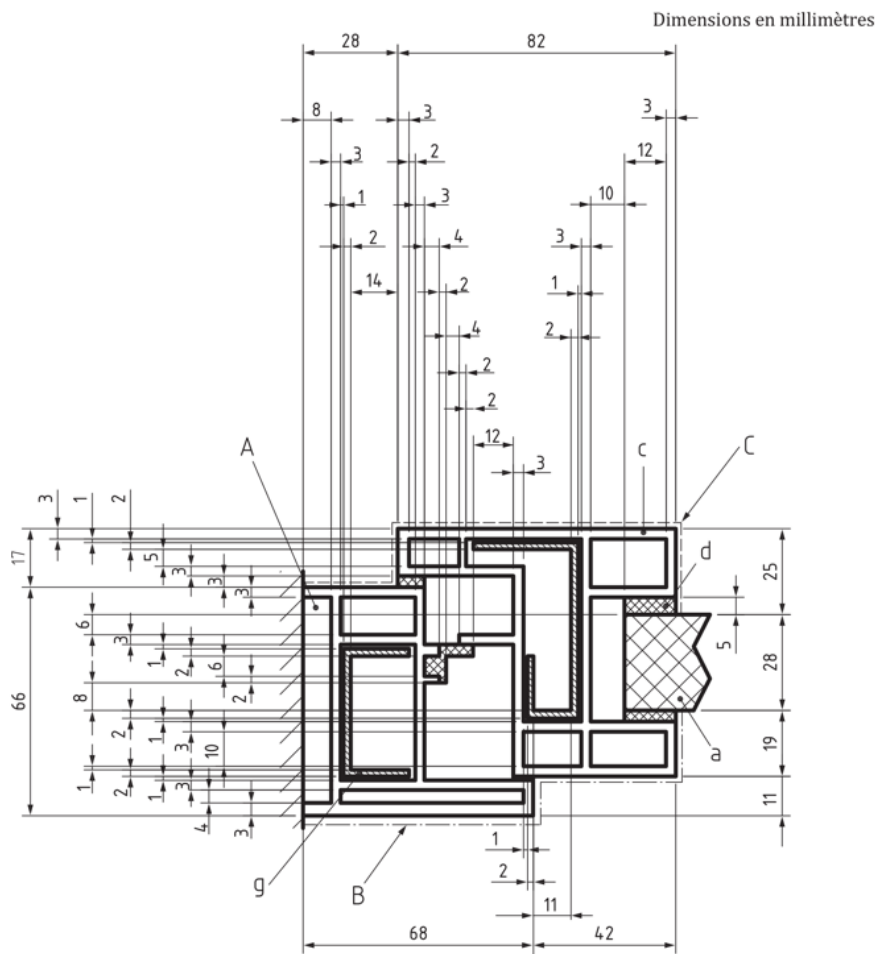


Figure D.3 — Encadrement en PVC avec renfort métallique et panneau isolant ($b_f = 110\text{ mm}$)

Cas D.4

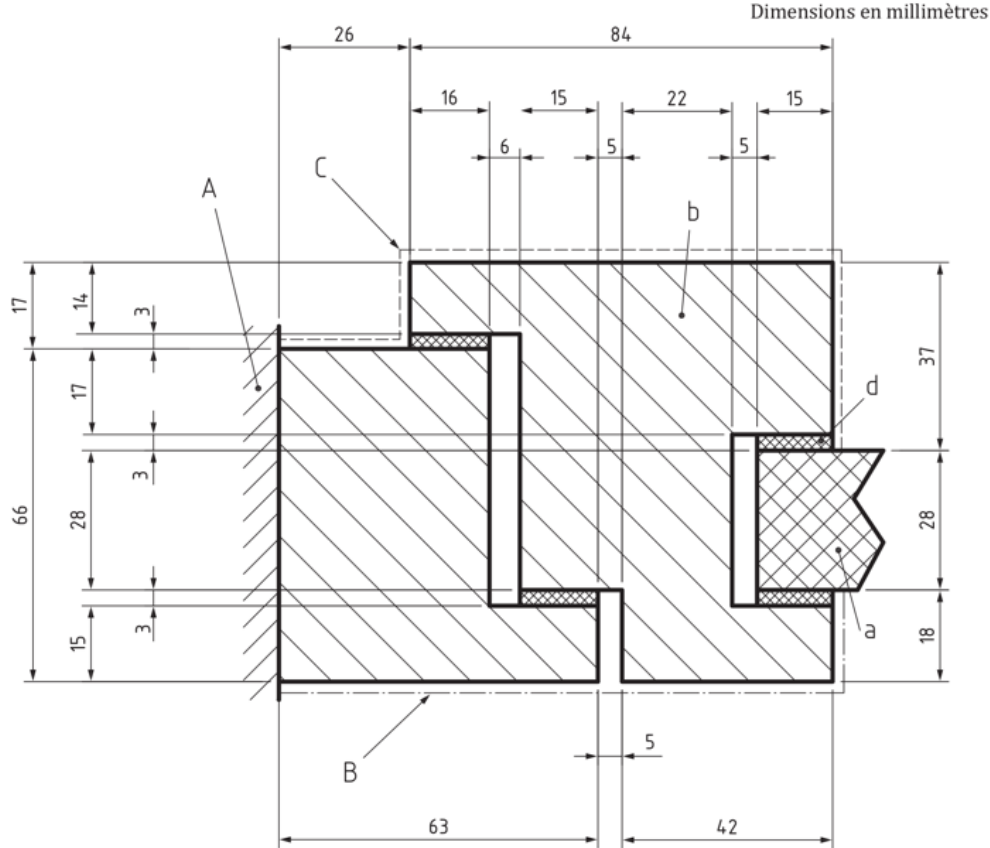
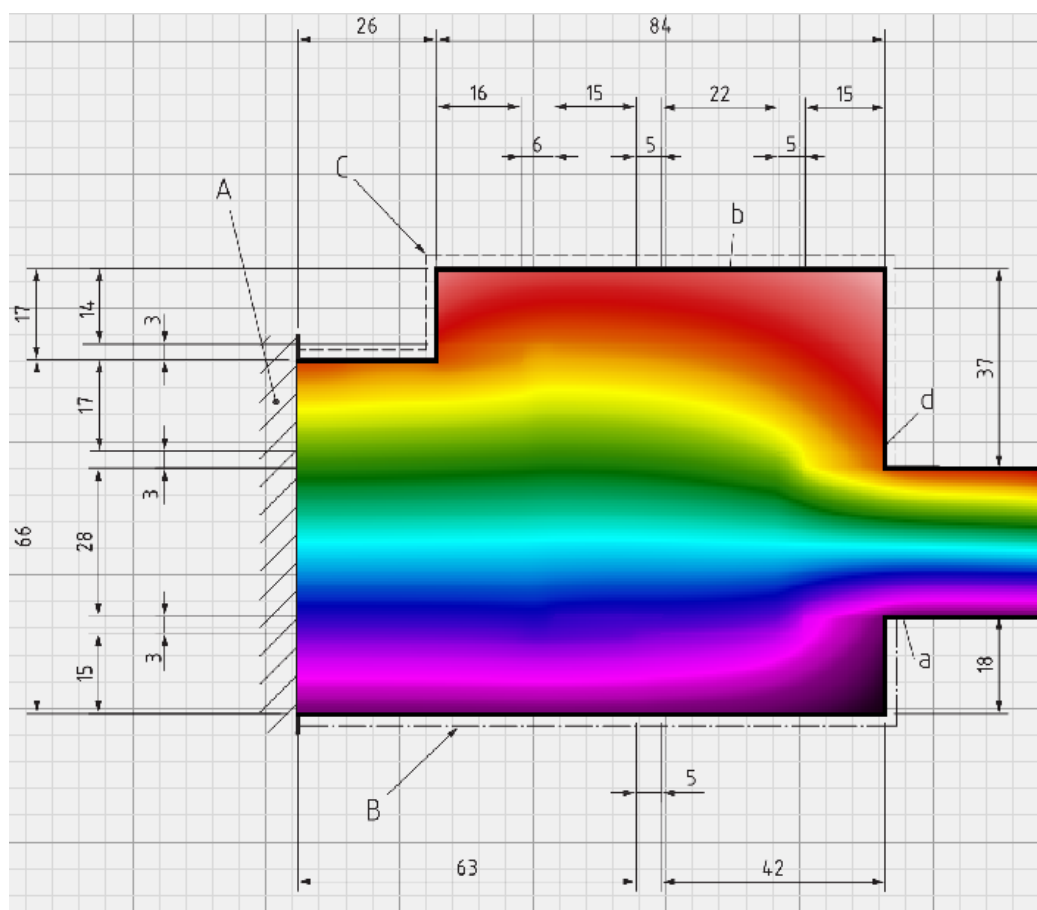


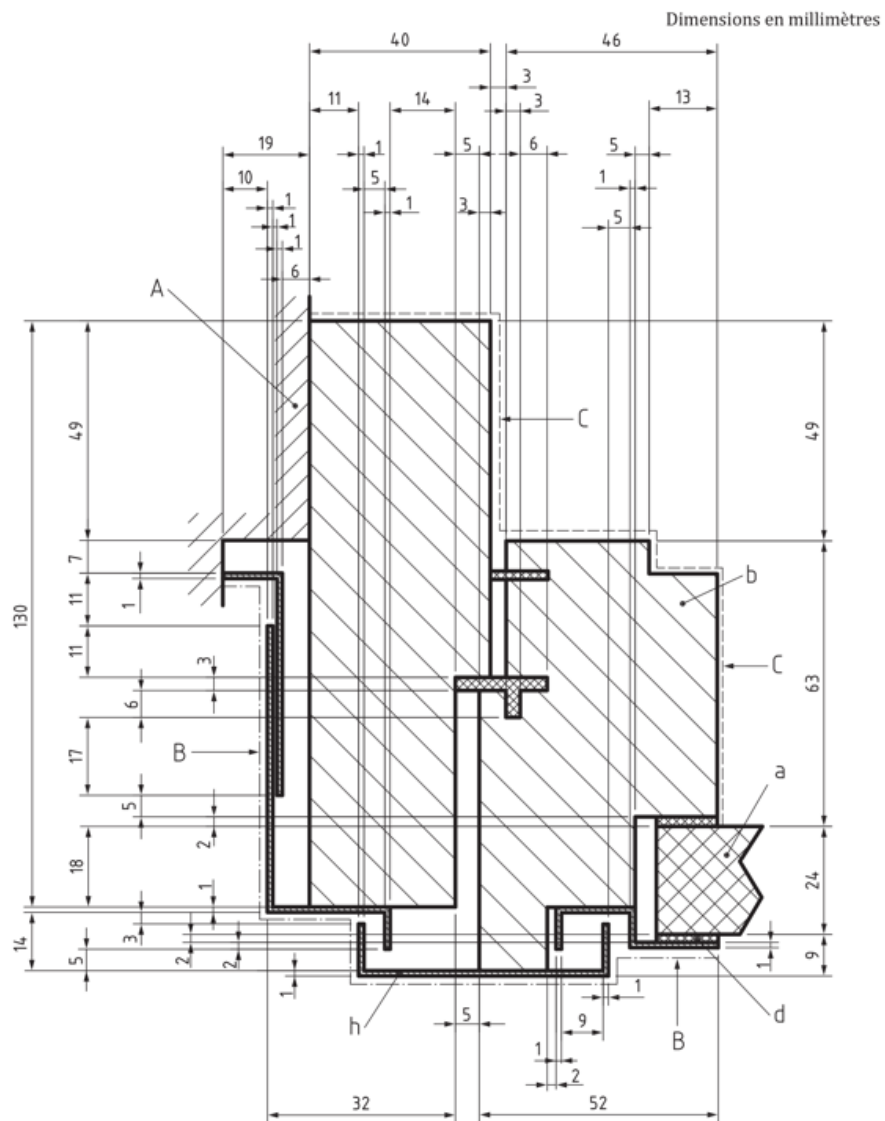
Figure D.4 — Encadrement en bois avec panneau isolant ($b_f = 110$ mm)



L'écart relatif entre le coefficient de couplage thermique bidimensionnel obtenu par conducteö et la valeur normative est inférieur à 3 %, conformément à la norme EN 10077-2.

norme EN 10077-2	conductiveö	écart relatif
0,346	0,345	0,29 %

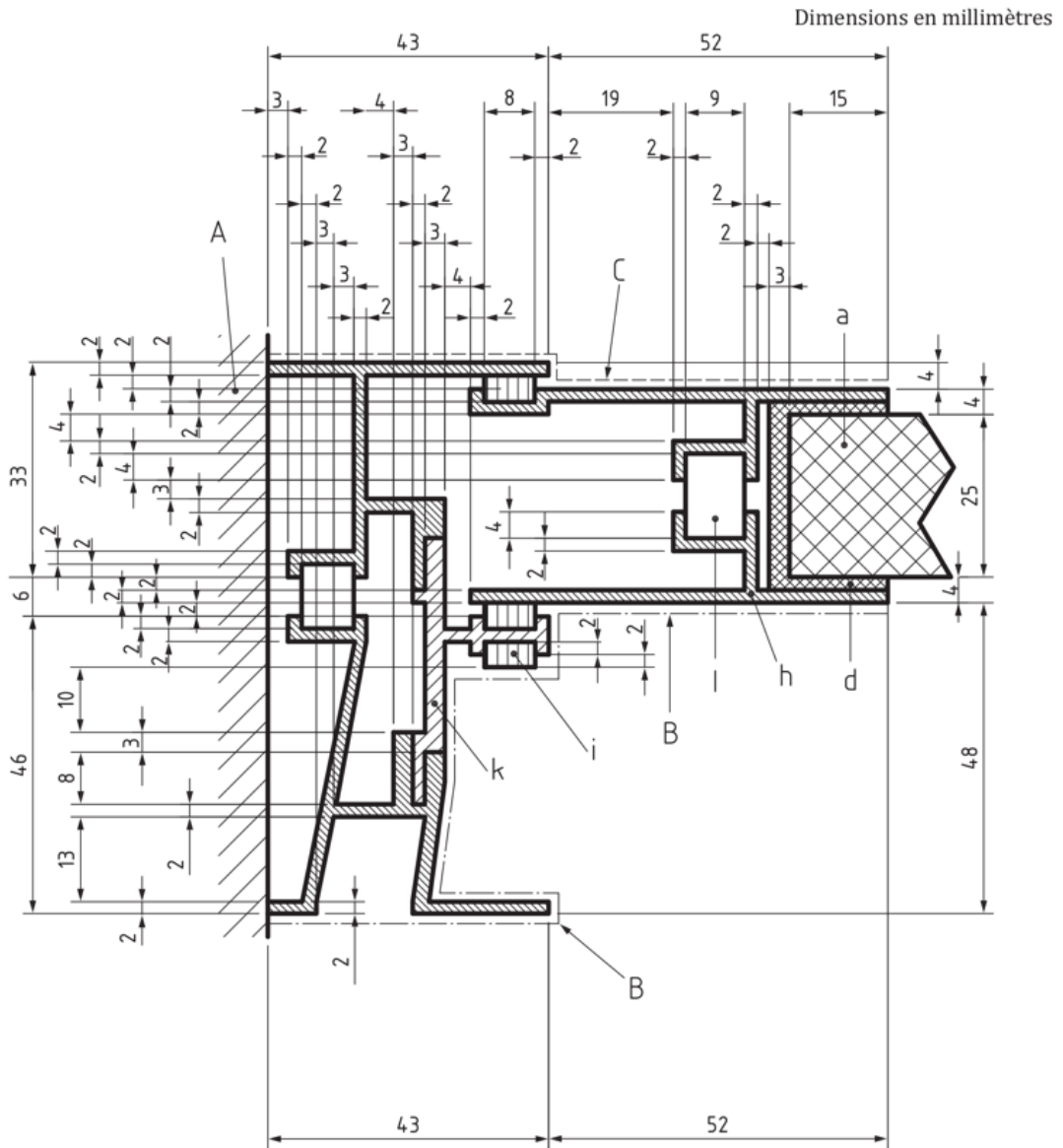
Cas D.5

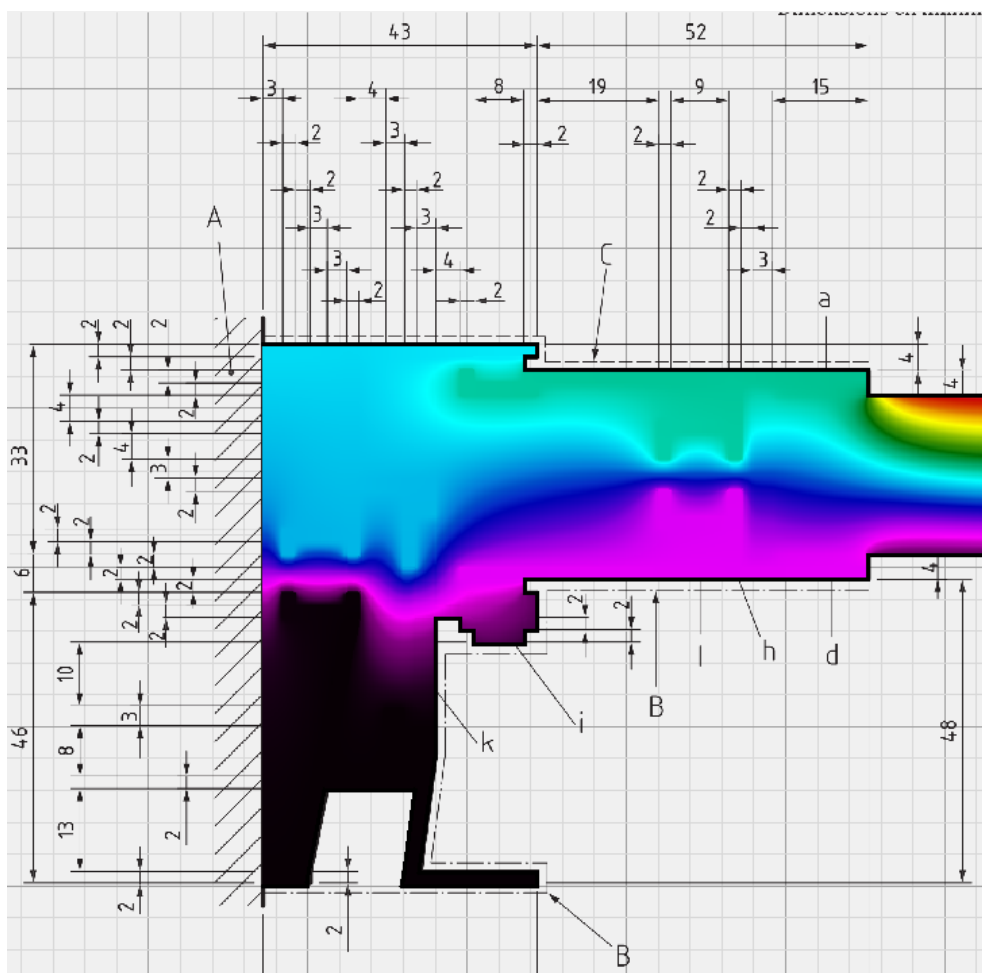


NOTE La largeur projetée de l'encadrement, b_f , est de 89 mm.

Figure D.5 — Encadrement de fenêtre de toit avec panneau isolant

Cas D.6





L'écart relatif entre le coefficient de couplage thermique bidimensionnel obtenu par conducteö et la valeur normative est inférieur à 3 %, conformément à la norme EN 10077-2.

norme EN 10077-2	conducteö	écart relatif
0,659	0,674	2,28 %

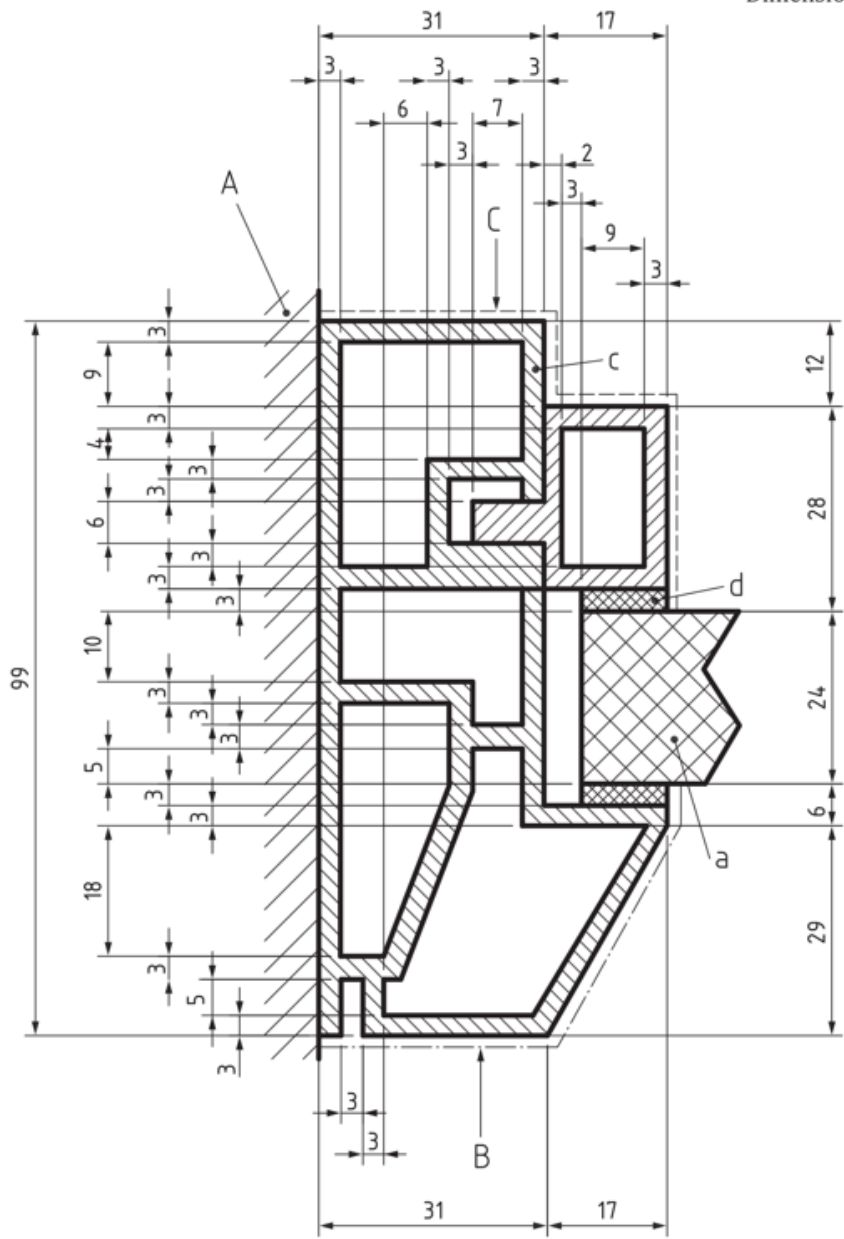


Figure D.7 — Encadrement fixe avec panneau isolant ($b_f = 48\text{ mm}$)

Cas D.8

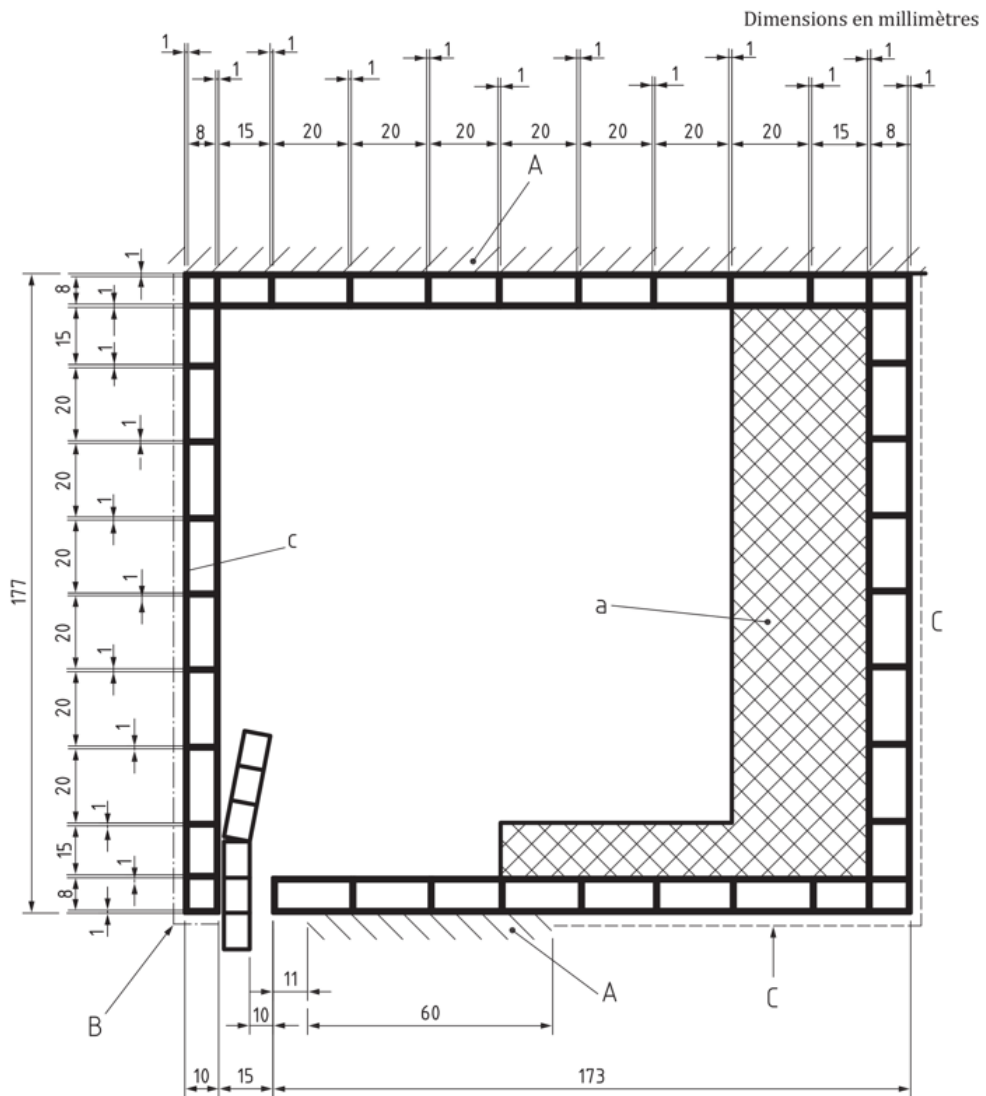
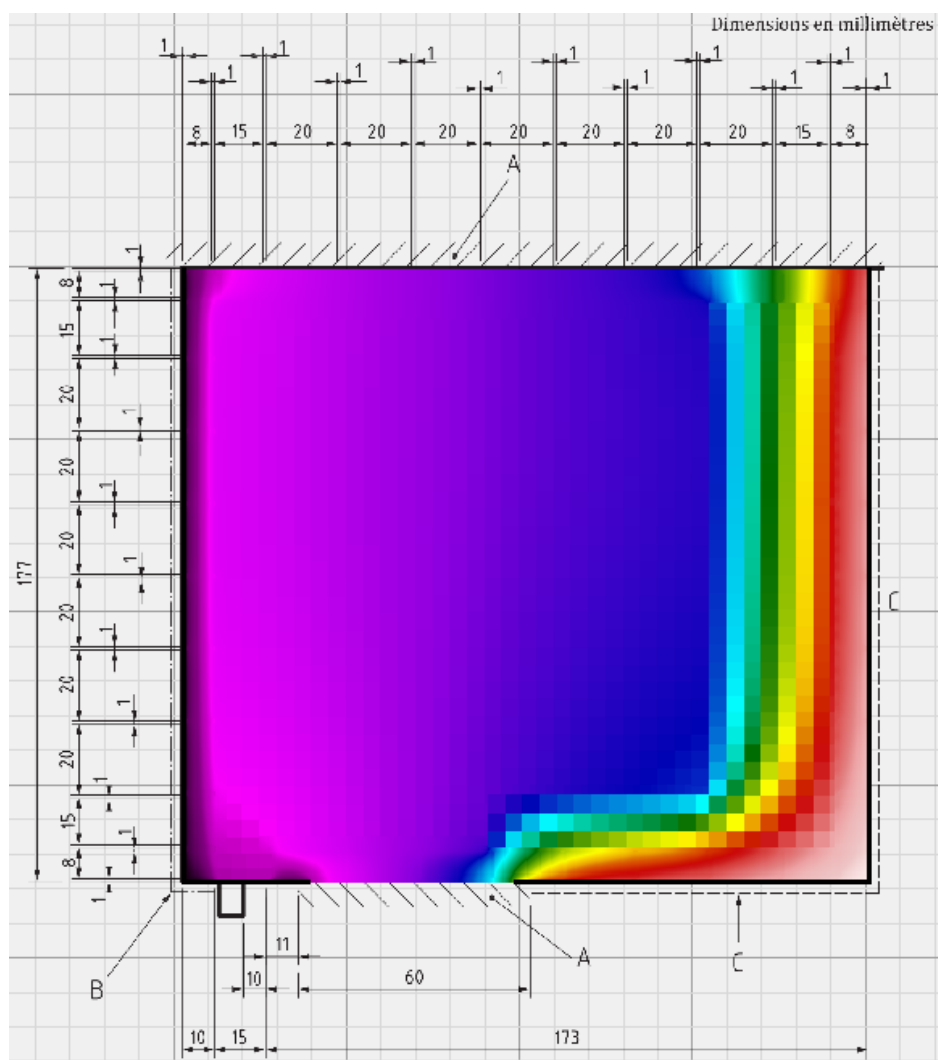


Figure D.8 — Coffre de volet roulant ($b_{sb} = 177$ mm)



L'écart relatif entre le coefficient de couplage thermique bidimensionnel obtenu par conducteö et la valeur normative est inférieur à 3 %, conformément à la norme EN 10077-2.

norme EN 10077-2	conducteö	écart relatif
0,181	0,186	2,76 %

Cas D.9

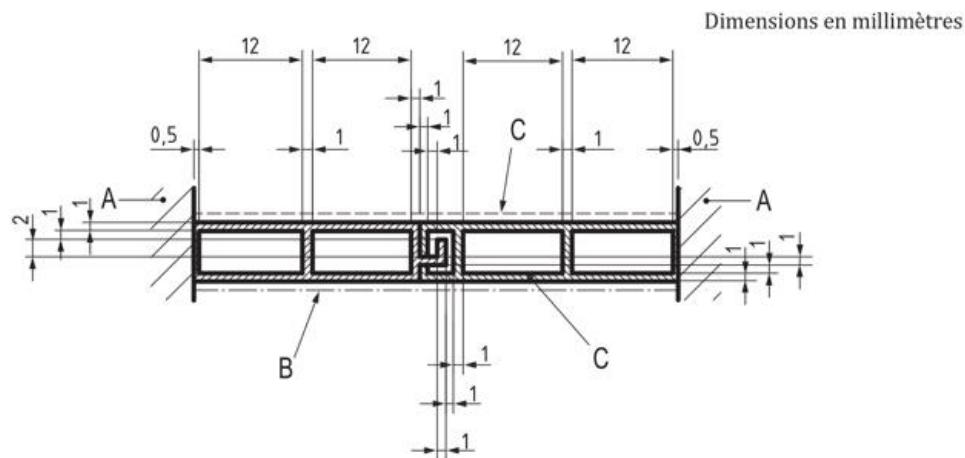
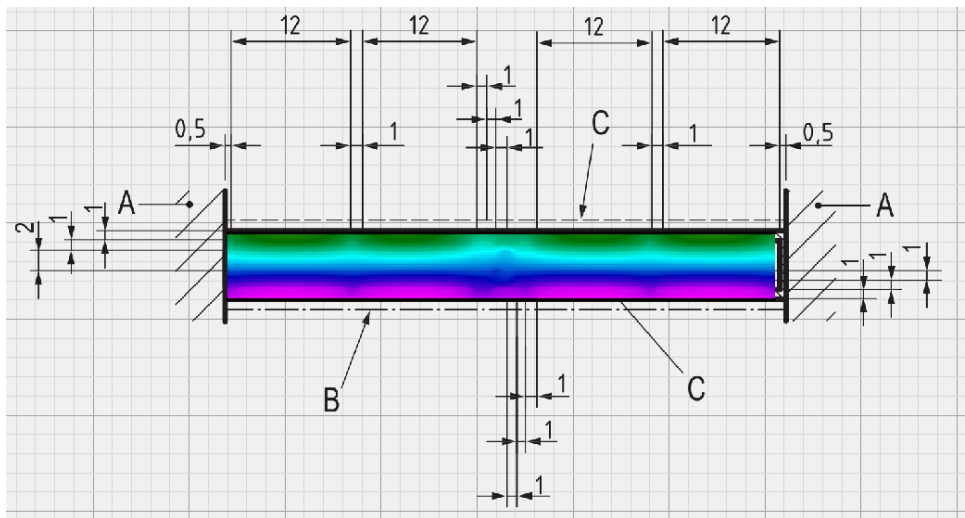


Figure D.9 — Encadrement de fermeture en PVC ($b = 57\text{ mm}$)



L'écart relatif entre le coefficient de couplage thermique bidimensionnel obtenu par conducteö et la valeur normative est inférieur à 3 %, conformément à la norme EN 10077-2.

norme EN 10077-2	conducteö	écart relatif
0,207	0,207	0,00 %

Cas D.10

Dimensions en millimètres

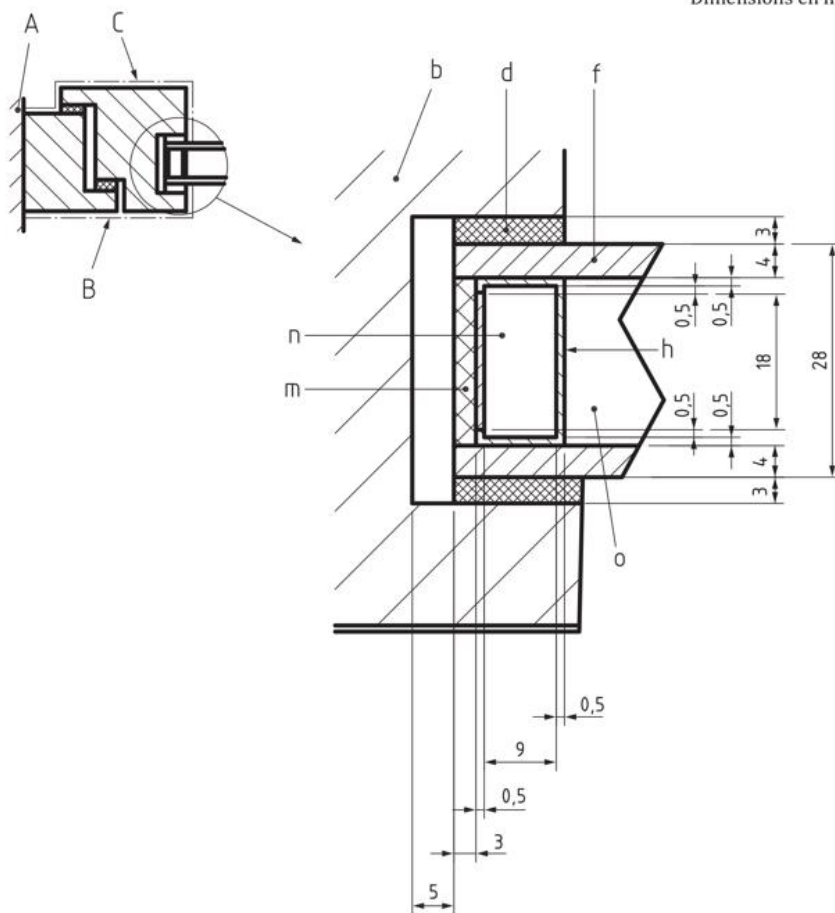
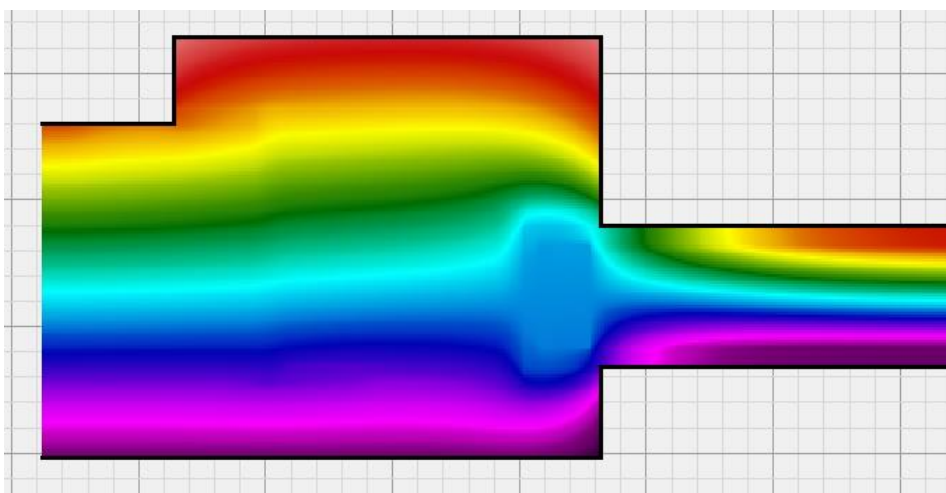


Figure D.10 — Exemple pour la détermination du coefficient de transmission thermique linéique correspondant à un encadrement en bois (voir Figure D.4) et à un vitrage de valeur $U_g = 1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, équipé d'un intercalaire courant

Pour obtenir un coefficient de transmission thermique U_g de 1,3 W/(m²·K) du vitrage isolant, la lame d'air correspondante sera remplie avec un matériau plein repéré «o», ayant une conductivité thermique de 0,034 W/(m·K).



L'écart relatif entre le coefficient de couplage thermique bidimensionnel obtenu par conducteö et la valeur normative est inférieur à 3 %, conformément à la norme EN 10077-2.

norme EN 10077-2	conduceö	écart relatif
0,481	0,485	0,83 %

Comparaison avec Therm 7.3



Cette section compare les résultats numériques obtenus avec conducteö et Therm 7.3. La méthode de comparaison est la suivante :

- modélisation du pont thermique dans conducteö,
- calcul du coefficient ψ ,
- modélisation du pont thermique identique dans Therm 7.3,
- calcul des flux de chaleur sortants,
- calcul du flux de la modélisation sans pont thermique,
- calcul du coefficient ψ obtenu avec Therm 7.3,
- comparaison des résultats : écart relatif des flux, écart absolu des coefficients ψ .



Test 1 – angle sortant, isolation intérieure

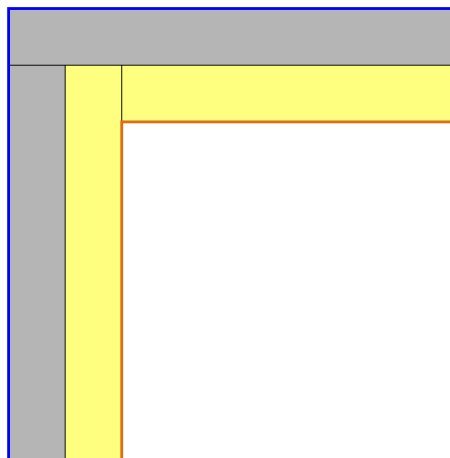
Ce test calcule le coefficient ψ d'un angle sortant pour un mur de 200 mm de béton isolé par l'intérieur avec 200 mm de laine de verre.

Matériaux

	Béton $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^{\circ}\text{C)}$
	Laine de verre $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^{\circ}\text{C)}$

Conditions aux limites

	Extérieur $R=0,04 \text{ (m}^2\text{.}^{\circ}\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	Intérieur (Flux horizontal) $R=0,13 \text{ (m}^2\text{.}^{\circ}\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m. $^{\circ}$ C)
conduceö	9,527	9,108	0,021
Therm 7.3	9,5313	9,108	0,021
Ecart	0,05 %	0,00 %	0,000

Test 2 – angle sortant, isolation & parement brique intérieurs

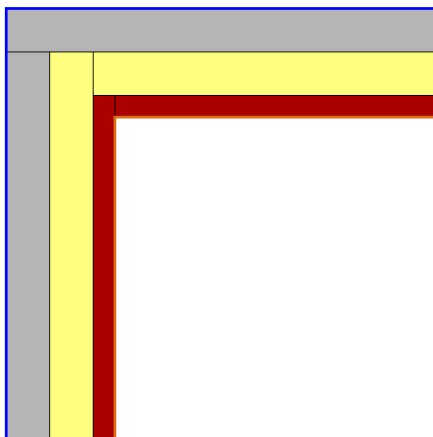
Ce test calcule le coefficient ψ d'un angle sortant pour un mur de 200 mm de béton isolé par l'intérieur avec 200 mm de laine de verre et avec un parement brique de 100 mm d'épaisseur.

Matériaux

- Béton
 $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
- Laine de verre
 $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
- Brique
 $\lambda=0,200 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

- Extérieur
 $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Intérieur (flux horizontal)
 $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m. $^\circ$ C)
conduceö	11,252	10,399	0,043
Therm 7.3	11,255	10,399	0,043
Ecart	0,03 %	0,00 %	0,000

Test 3 – angle sortant, isolation extérieure

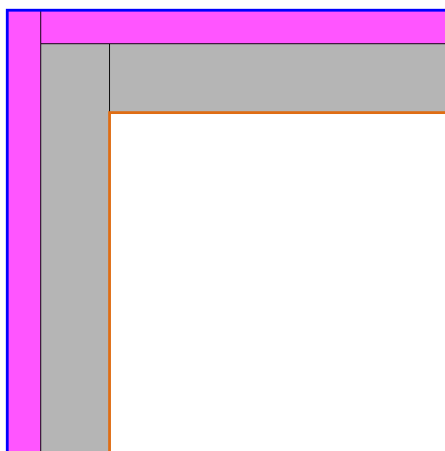
Ce test calcule le coefficient ψ d'un angle sortant pour un mur de 200 mm de béton isolé par l'extérieur avec 100 mm de TH32.

Matériaux

- Béton
 $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
- TH32
 $\lambda=0,032 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

- Intérieur (flux horizontal)
 $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Extérieur
 $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$





	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m. $^\circ$ C)
conduceö	14,159	11,782	0,119
Therm 7.3	14,169	11,782	0,119
Ecart	0,07 %	0,00 %	0,000


Test 4 – Plancher intermédiaire, isolation intérieure

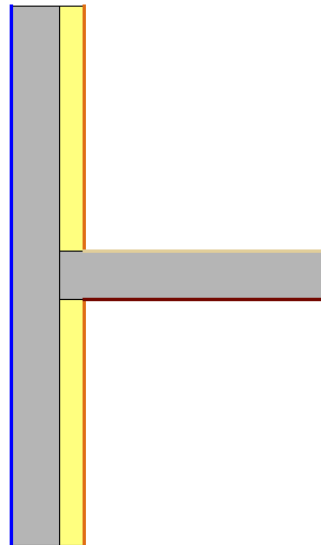
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire de 200 mm de béton, isolé par l'intérieur avec 100 mm de laine de verre.

Matériaux

-  Béton
 $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
-  Laine de verre
 $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

-  Extérieur
 $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
-  Intérieur (flux horizontal)
 $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
-  Intérieur (flux descendant)
 $R=0,17 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
-  Intérieur (flux ascendant)
 $R=0,10 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m. $^\circ$ C)
conduceö	33,663	14,440	0,961
Therm 7.3	33,835	14,440	0,970
Ecart	0,51 %	0,00 %	0,009

Test 5 – Plancher intermédiaire avec balcon, isolation intérieure

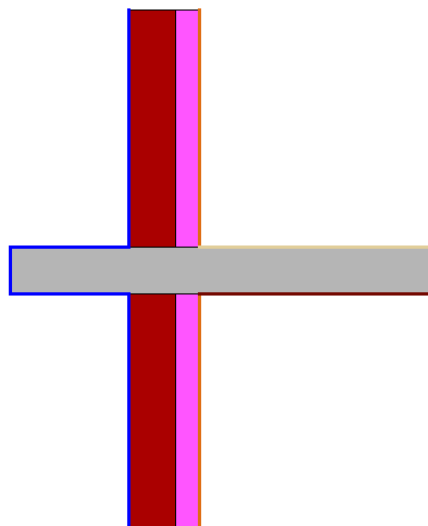
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire de 200 mm de béton, avec mur en brique de 200 mm, isolé par l'intérieur avec 100 mm de TH32. Les résultats obtenus avec Trisco sont également indiqués pour ce test.

Matériaux

-  Béton
 $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
-  TH32
 $\lambda=0,032 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
-  Brique
 $\lambda=0,200 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

-  Extérieur
 $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
-  Intérieur (flux horizontal)
 $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
-  Intérieur (flux descendant)
 $R=0,17 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
-  Intérieur (flux ascendant)
 $R=0,10 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m.°C)
conduceö	24,094	9,313	0,739
Therm 7.3	24,183	9,313	0,744
Ecart	0,37 %	0,00 %	0,005
Trisco	24,456	-	0,757
Ecart	1,48 %	-	0,018





Test 6 – Plancher intermédiaire, isolation intérieure du plancher

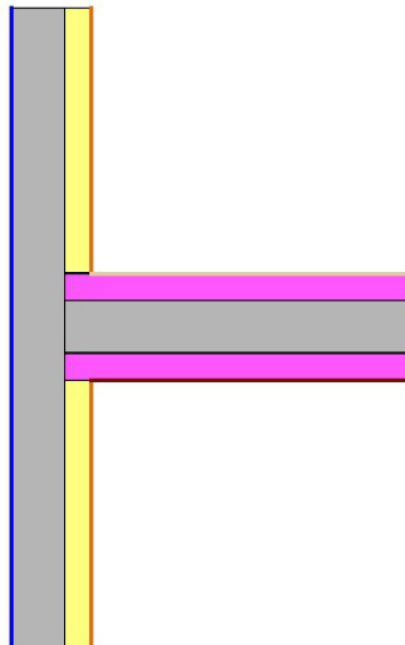
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire de 200 mm de béton, isolé par l'intérieur avec 100 mm de laine de verre. Le plancher est isolé sur ses deux faces avec 100 mm de TH32.

Matériaux

	Béton $\lambda=2,000$ W/(m.°C)
	Laine de verre $\lambda=0,040$ W/(m.°C)
	TH32 $\lambda=0,032$ W/(m.°C)

Conditions aux limites

	Extérieur $R=0,04$ (m².°C)/W - T=0,00 °C
	Intérieur (flux horizontal) $R=0,13$ (m².°C)/W - T=20,00 °C
	Intérieur (flux descendant) $R=0,17$ (m².°C)/W - T=20,00 °C
	Intérieur (flux ascendant) $R=0,10$ (m².°C)/W - T=20,00 °C



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m.°C)
conduceö	21,882	14,440	0,372
Therm 7.3	22,004	14,440	0,378
Ecart	0,55 %	0,00 %	0,006

Test 7 – Plancher intermédiaire, isolation intérieure et extérieure du plancher

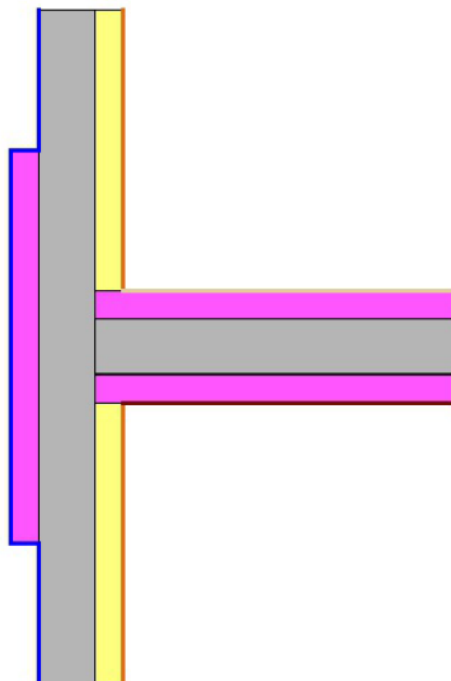
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire de 200 mm de béton, isolé par l'intérieur avec 100 mm de laine de verre. Le plancher est isolé sur ses deux faces avec 100 mm de TH32. Une isolation extérieure de 100 mm de TH32 est appliquée au niveau de la jonction mur-plancher avec débord de 500 mm de part et d'autre de la jonction.

Matériaux

	Béton $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	Laine de verre $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	TH32 $\lambda=0,032 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

	Extérieur $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux horizontal) $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux descendant) $R=0,17 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux ascendant) $R=0,10 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m. $^\circ$ C)
conduceö	18,033	14,440	0,180
Therm 7.3	18,113	14,440	0,184
Ecart	0,44 %	0,00 %	0,004




Test 8 – Plancher haut, structure acier-bois, isolation extérieure

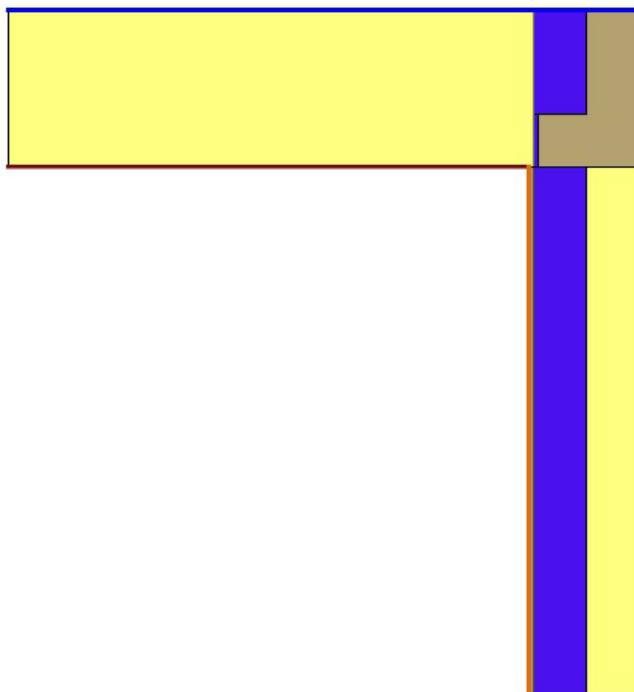
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut isolé à l'aide de 300 mm de laine de verre. Le mur est composé d'une couche de 10 mm de bois, 100 mm d'acier, 100 mm de laine de verre.

Matériaux

	Laine de verre $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	Acier $\lambda=50,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	Bois $\lambda=0,140 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

	Extérieur $R=0,04 \text{ (m}^2\text{.}^\circ\text{C)/W} - T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux ascendant) $R=0,10 \text{ (m}^2\text{.}^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux horizontal) $R=0,13 \text{ (m}^2\text{.}^\circ\text{C)/W} - T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	30,654	9,882	1,039
Therm 7.3	30,969	9,882	1,054
Ecart	1,02 %	0,00 %	0,015




Test 9 – Plancher haut, acrotère avec isolation extérieure en toiture

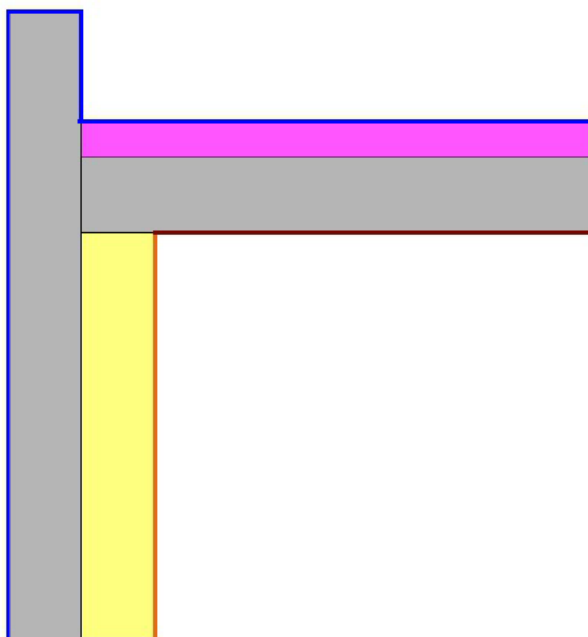
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut isolé à l'aide de 100 mm de TH32 en extérieur. Le mur est composé d'une couche de 200 mm de béton et est isolé en intérieur par 200 mm de laine de verre.

Matériaux

	Béton $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	Laine de verre $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	TH32 $\lambda=0,032 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

	Extérieur $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} \cdot T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (Flux horizontal) $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} \cdot T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (Flux ascendant) $R=0,10 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W} \cdot T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Flux 2D W/m	Flux 1D W/m	Coefficient ψ W/(m. $^\circ\text{C}$)
conduceö	24,877	11,307	0,679
Therm 7.3	24,967	11,307	0,683
Ecart	0,36 %	0,00 %	0,004

Comparaison avec les valeurs tabulées de la RT 2012

Cette section compare les résultats numériques obtenus avec conducteö et quelques valeurs tabulées de la RT 2012.

Test 10 – ITI.2.1.1

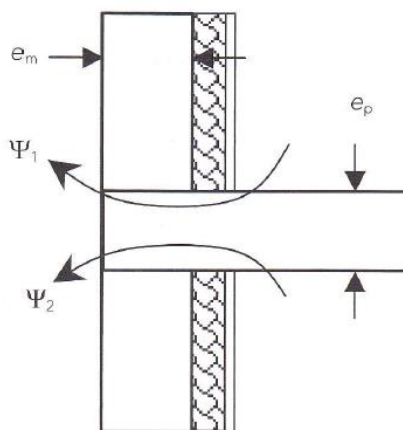
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire lourd en béton de 200 mm d'épaisseur, et d'un mur en béton de 200 mm d'épaisseur, isolé par l'intérieur à l'aide de 80 mm de laine de verre.

ITI.2.1 Liaison du plancher intermédiaire (lourd ou léger) avec mur donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

Mur en béton plein

ITI.2.1.1 Plancher en béton plein ou dalle alvéolée munie d'un surdallage

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 20$	0,83	0,99	1,14
$20 < e_m \leq 25$	0,80	0,97	1,09
$25 < e_m \leq 30$	0,78	0,92	1,05

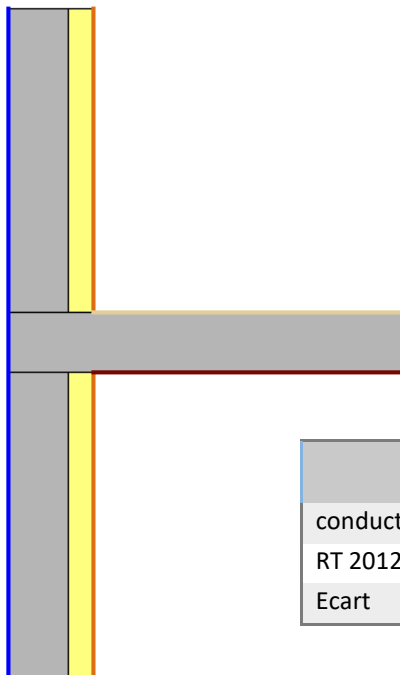


Matériaux

- Béton
 $\lambda = 2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
- Laine de verre
 $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

- Extérieur
 $R = 0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T = 0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Intérieur (flux horizontal)
 $R = 0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Intérieur (flux descendant)
 $R = 0,17 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Intérieur (flux ascendant)
 $R = 0,10 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Coefficient ψ $\text{W/(m.}^\circ\text{C)}$
conducteö	1,002
RT 2012	0,990
Ecart	0,012

Test 11 – ITI.3.1.5

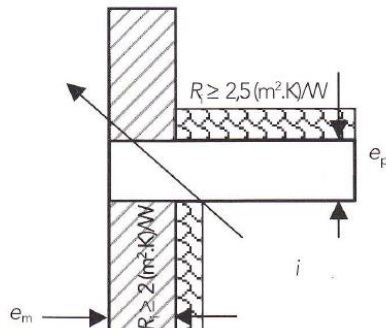
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut lourd en béton de 200 mm d'épaisseur, et d'un mur en maçonnerie courante de 200 mm, avec mur pignon. L'isolation intérieure du mur est composée de 80 mm de laine de verre, l'isolation extérieure du plancher haut est composée de 80 mm de TH 32.

■ Mur de pignon en maçonnerie courante – Mur bas en maçonnerie courante de même épaisseur

ITI.3.1.5 Plancher en béton plein

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$20 \leq e_m \leq 25$	0,64	0,75	0,85
$25 < e_m \leq 30$	0,62	0,72	0,82




Note : Extrapolation et interpolation possibles pour $10 \leq e_p \leq 35$ cm.

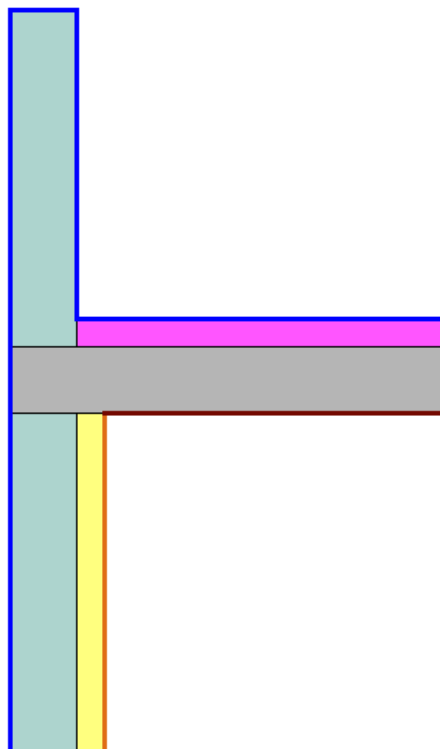


Matériaux

	Béton $\lambda=2,000$ W/(m.°C)
	Laine de verre $\lambda=0,040$ W/(m.°C)
	TH32 $\lambda=0,032$ W/(m.°C)
	Maçonnerie $\lambda=0,700$ W/(m.°C)

Conditions aux limites

	Extérieur $R=0,04$ (m².°C)/W - T=0,00 °C
	Intérieur (flux horizontal) $R=0,13$ (m².°C)/W - T=20,00 °C
	Intérieur (flux ascendant) $R=0,10$ (m².°C)/W - T=20,00 °C



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,742
RT 2012	0,750
Ecart	0,008

Test 12 – ITI.4.2.1

Ce test calcule le coefficient ψ d'une jonction de deux murs (angle rentrant) de 190 mm de béton. L'isolation intérieure est composée de 100 mm de laine de verre.

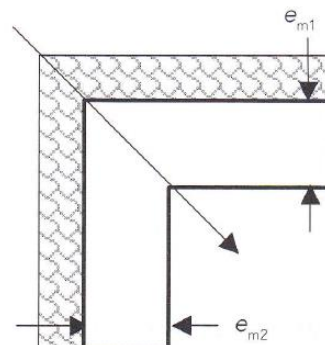
ITI.4.2 Angle rentrant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

ITI.4.2.1 Murs en béton

$$R_i = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

e_{m2} (cm)	e_{m1} (cm)		
	$15 \leq e_{m1} < 20$	$20 \leq e_{m1} < 25$	$25 \leq e_{m1} < 30$
$15 \leq e_{m2} < 20$	0,14	0,16	0,17
$20 \leq e_{m2} < 25$	0,16	0,17	0,18
$25 \leq e_{m2} < 30$	0,17	0,18	0,19

Note : Extrapolation et interpolation possibles pour $1,5 < R_i < 3,5$.

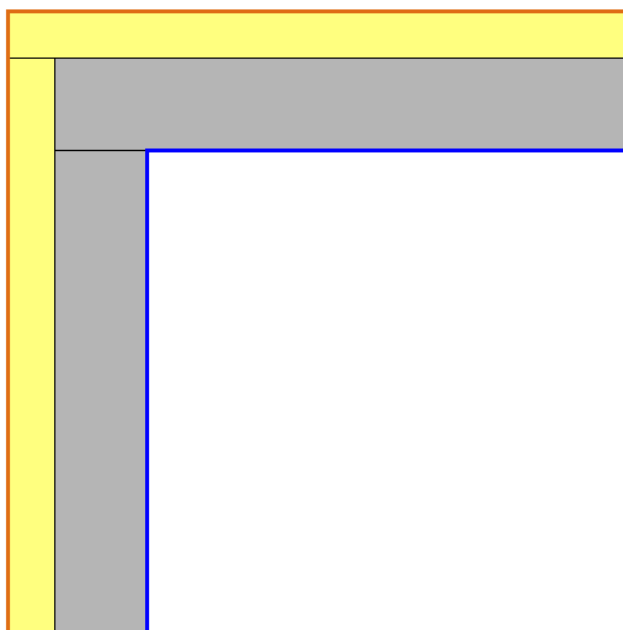


Matériaux

- Béton
 $\lambda = 2,000 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$
- Laine de verre
 $\lambda = 0,040 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$

Conditions aux limites

- Extérieur
 $R = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$ - $T = 0,00 \text{ °C}$
- Intérieur (flux horizontal)
 $R = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$ - $T = 20,00 \text{ °C}$



	Coefficient ψ $\text{W/(m} \cdot \text{°C)}$
conducteö	0,144
RT 2012	0,140
Ecart	0,004

Test 13 – ITE.2.2.1

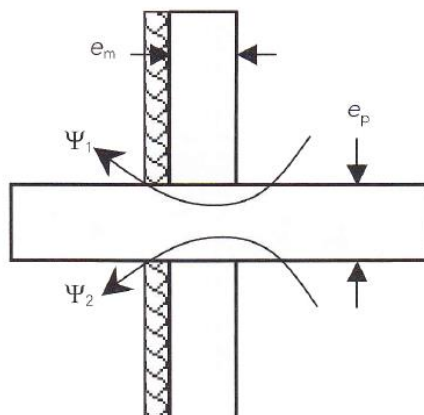
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire lourd en béton de 200 mm d'épaisseur, et d'un mur en béton de 200 mm d'épaisseur, isolé par l'extérieur à l'aide de 80 mm TH 32.

ITE.2.2 Liaison du plancher intermédiaire avec un balcon et un mur donnant sur l'extérieur



■ Mur en béton plein

ITE.2.2.1 Plancher en béton plein ou à entrevous béton ou terre cuite





e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 20$	0,89	1,06	1,20
$20 < e_m \leq 25$	0,87	1,03	1,16
$25 < e_m \leq 30$	0,84	0,99	1,12

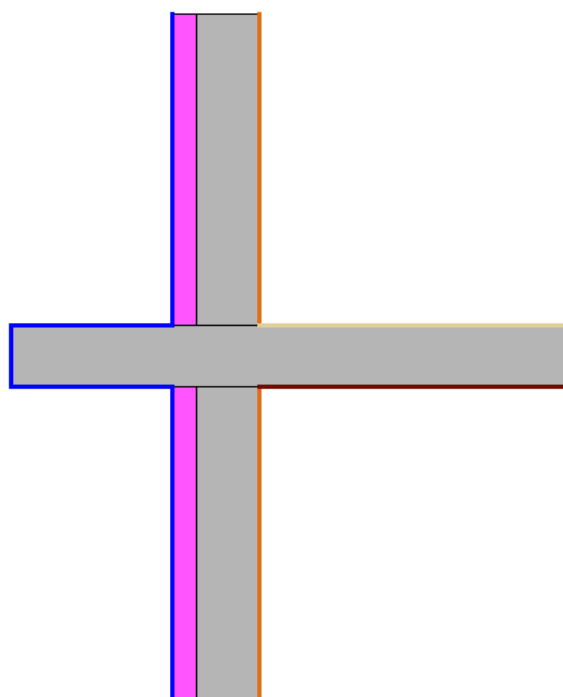


Matériaux

	Béton $\lambda=2,000 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$
	TH32 $\lambda=0,032 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Conditions aux limites

	Intérieur (flux horizontal) $R=0,13 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Extérieur $R=0,04 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T=0,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux descendant) $R=0,17 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
	Intérieur (flux ascendant) $R=0,10 \text{ (m}^2\cdot^\circ\text{C)/W}$ - $T=20,00 \text{ }^\circ\text{C}$



	Coefficient ψ $\text{W/(m.}^\circ\text{C)}$
conducteö	1,074
RT 2012	1,060
Ecart	0,014

Test 14 – ITE.3.1.1

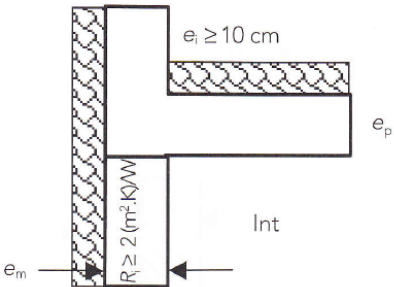
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut lourd en béton de 200 mm d'épaisseur, et d'un mur en béton de 200 mm, avec acrotère de toiture-terrasse. L'isolation extérieure du mur est composée de 100 mm de TH 32, l'isolation extérieure du plancher haut est composée de 100 mm de TH 32.

ITE.3.1 Liaison du plancher haut lourd ou léger donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé, avec un mur extérieur

■ Acrotère de toiture-terrasse

ITE.3.1.1 Mur bas en béton plein de même épaisseur et plancher en béton plein sans remontée d'isolant côté terrasse

e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$15 \leq e_m \leq 20$	0,75	0,74	0,73
$20 < e_m \leq 25$	0,86	0,85	0,83
$25 < e_m \leq 30$	0,95	0,93	0,91
Note : Extrapolation et interpolation possibles pour $10 \leq e_p \leq 35$ cm			

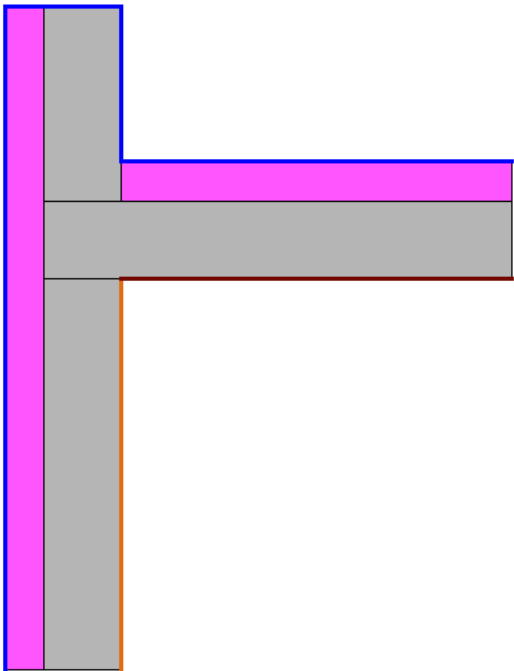


Matériaux

- Béton
 $\lambda=2,000$ W/(m.°C)
- TH32
 $\lambda=0,032$ W/(m.°C)

Conditions aux limites

- Intérieur (flux horizontal)
 $R=0,13$ (m².°C)/W - $T=20,00$ °C
- Extérieur
 $R=0,04$ (m².°C)/W - $T=0,00$ °C
- Intérieur (flux ascendant)
 $R=0,10$ (m².°C)/W - $T=20,00$ °C



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conducteö	0,766
RT 2012	0,740
Ecart	0,026

Test 15 – ITE.4.1.1

Ce test calcule le coefficient ψ d'une jonction de deux murs (angle sortant) de 200 mm de béton. L'isolation extérieure est composée de 100 mm de TH 32.

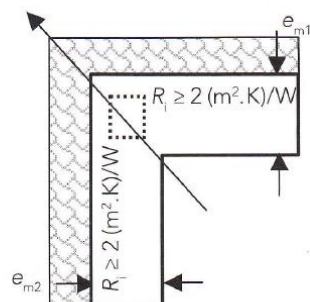
ITE.4.1 Angle sortant entre deux murs donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé

ITE.4.1.1 Murs en béton plein

e_{m2} (cm)	e_{m1} (cm)		
	$15 \leq e_{m1} \leq 20$	$20 < e_{m1} \leq 25$	$25 < e_{m1} \leq 30$
$15 \leq e_{m2} \leq 20$	0,15	0,17	0,18
$20 < e_{m2} \leq 25$	0,17	0,18	0,20
$25 < e_{m2} \leq 30$	0,18	0,20	0,21

Minoration : $-0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ si $R_i = 2,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$;

$-0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ si $R_i = 3 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

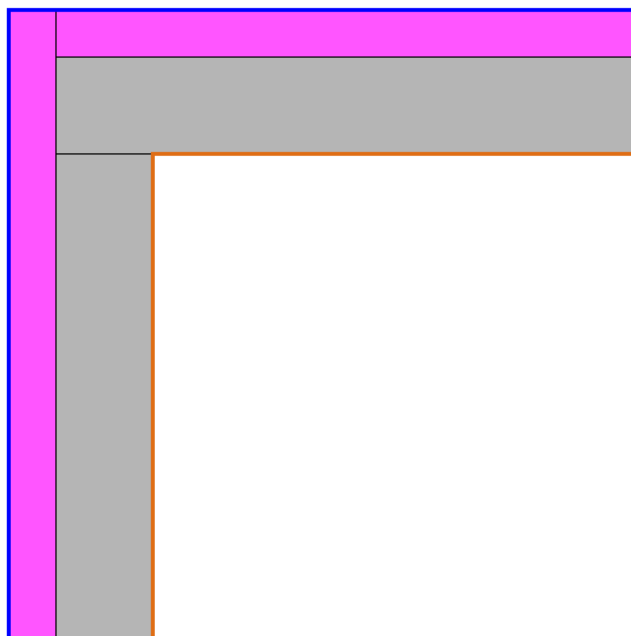


Matériaux

- Béton
 $\lambda = 2,000 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
- TH32
 $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

Conditions aux limites

- Intérieur (flux horizontal)
 $R = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$ - $T = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$
- Extérieur
 $R = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$ - $T = 0,00 \text{ }^\circ\text{C}$

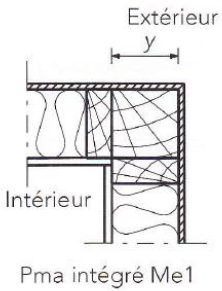


	Coefficient ψ $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
conducție	0,119
RT 2012	0,110
Ecart	0,009

Test 16 – OB.2.7

Ce test calcule le coefficient ψ d’une jonction de deux murs (angle sortant) en ossature bois (100 mm d’isolant type laine de verre, poteau de section 100 mm par 100 mm, montant de 50 mm par 100 mm), avec parement bois de 10 mm en intérieur et extérieur.

OB.2.7 Jonction poteau massif bois intégré avec Me1



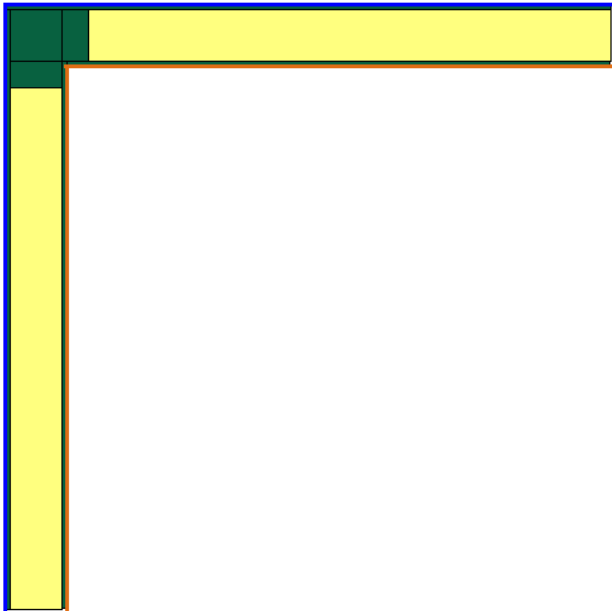
Épaisseur isolant et largeur montant (en mm)	Épaisseur montant (en mm)	Section poteaux (en mm)			
		100*100	120*120	140*140	160*160
Angle sortant					
100	36	0,12	/	/	/
	50	0,14	/	/	/

Matériaux

- Bois : résineux lourds
 $\lambda=0,180 \text{ W/(m.}^{\circ}\text{C)}$
- Laine de verre
 $\lambda=0,040 \text{ W/(m.}^{\circ}\text{C)}$

Conditions aux limites

- Extérieur
 $R=0,04 \text{ (m}^2\text{.}^{\circ}\text{C)/W}$ - $T=0,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Intérieur (flux horizontal)
 $R=0,13 \text{ (m}^2\text{.}^{\circ}\text{C)/W}$ - $T=20,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$



	Coefficient ψ $\text{W/(m.}^{\circ}\text{C)}$
conducție	0,131
RT 2012	0,140
Ecart	0,009

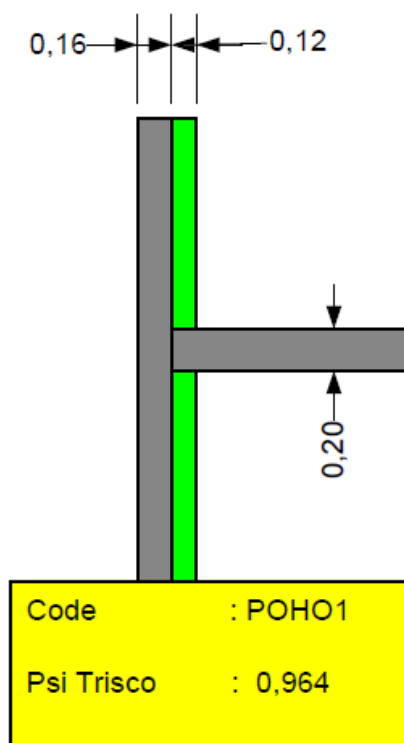
Comparaison avec TRISCO

Cette section compare les résultats numériques obtenus avec conducteö et TRISCO. L'ensemble des tests est issu des comparaisons réalisées par Gérard MAUBLEU du bureau d'études thermiques ASTI. Les matériaux utilisés sont définis dans la légende ci-dessous.

Béton L=2.000
TH 32 L=0.032
TH 40 L=0.040
Effisol TH 23 L=0.023
Acier L=50

Test 17 – plancher intermédiaire avec isolation intérieure

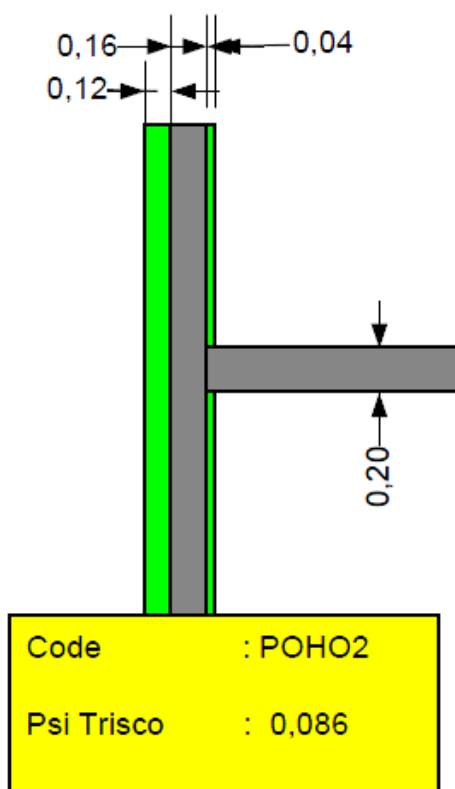
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire avec isolation intérieure au niveau des murs.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductive	0,958
TRISCO	0,964
Ecart	0,006

Test 18 – plancher intermédiaire avec isolation intérieure et extérieure

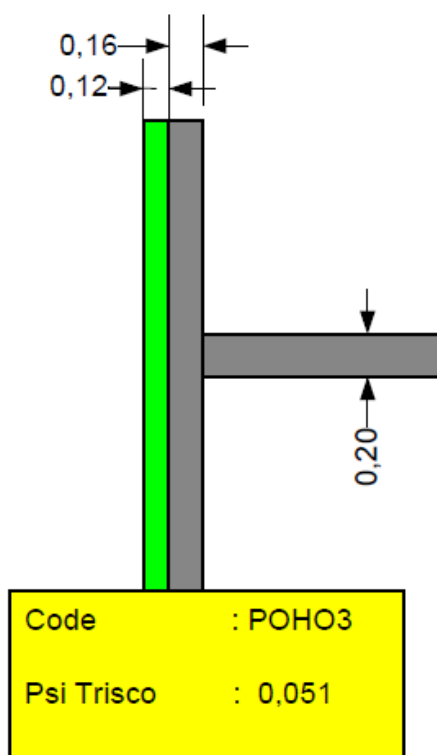
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire avec isolation intérieure et extérieure au niveau des murs.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductive	0,085
TRISCO	0,086
Ecart	0,001

Test 19 – plancher intermédiaire avec isolation extérieure

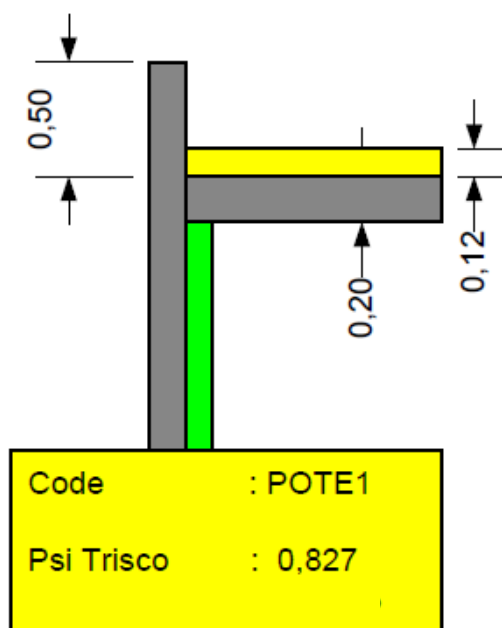
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher intermédiaire avec isolation extérieure.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,051
TRISCO	0,051
Ecart	0,000

Test 20 – plancher haut avec isolation extérieure

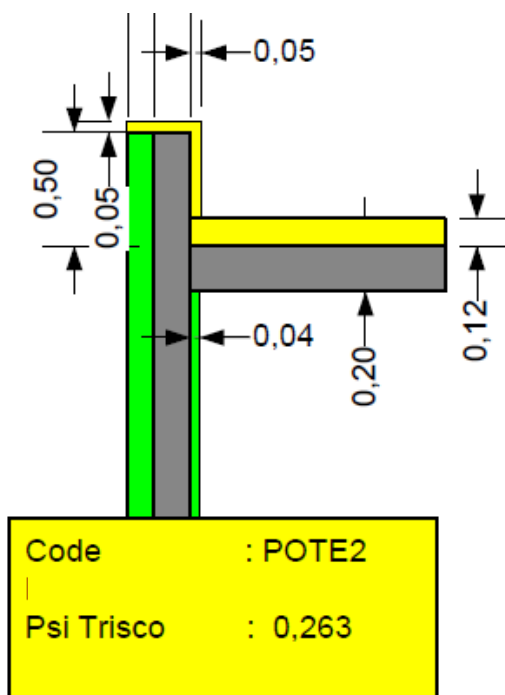
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut avec isolation extérieure, le mur étant isolé par l'intérieur.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,818
TRISCO	0,827
Ecart	0,009

Test 21 – plancher haut avec isolation extérieure du débord

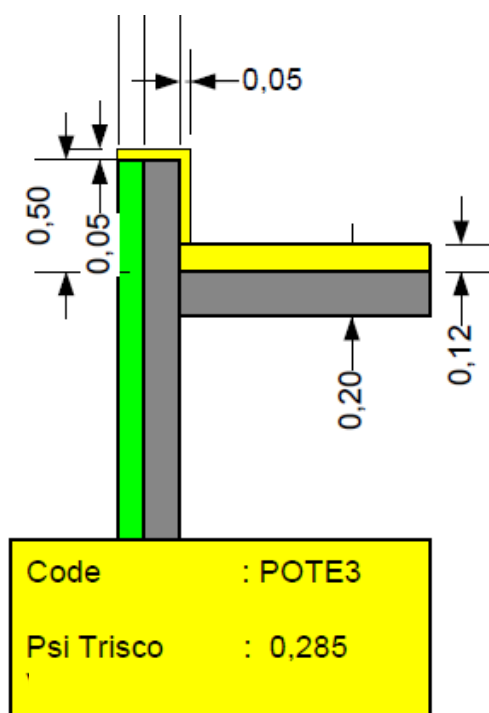
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut avec isolation extérieure incluant le débord, le mur étant isolé par l'intérieur et l'extérieur.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,282
TRISCO	0,263
Ecart	0,019

Test 22 – plancher haut avec isolation extérieure du débord

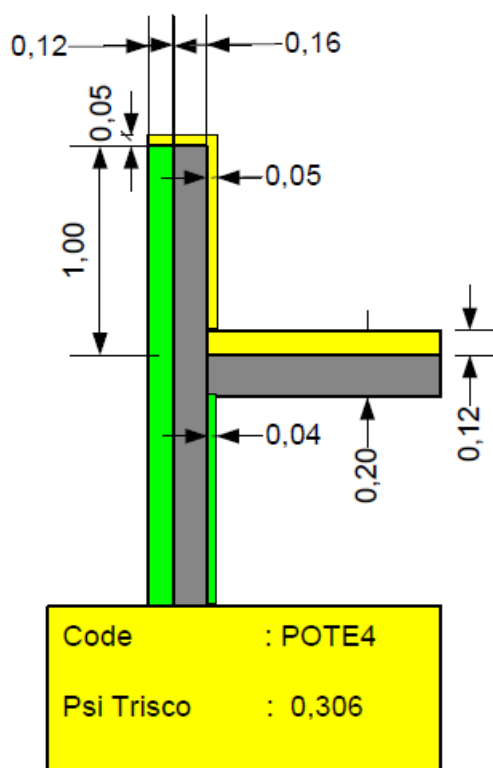
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut avec isolation extérieure incluant le débord, le mur étant isolé par l'extérieur.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,306
TRISCO	0,285
Ecart	0,021

Test 23 – plancher haut avec acrotère et isolation extérieure

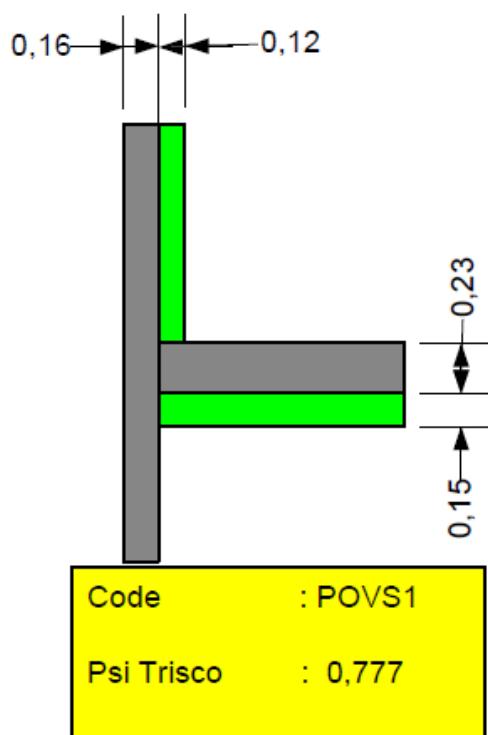
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut avec acrotère avec isolation extérieure.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conducție	0,325
TRISCO	0,306
Ecart	0,019

Test 24 – plancher bas avec isolation intérieure

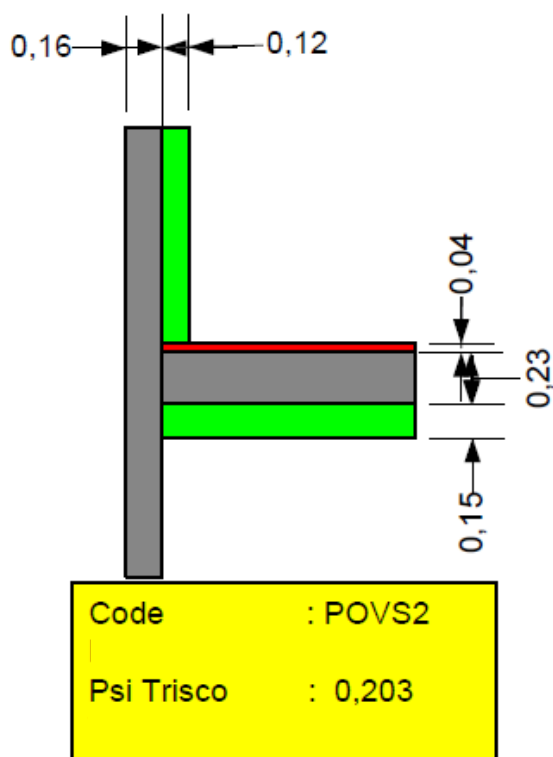
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher bas avec isolation intérieure.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,771
TRISCO	0,777
Ecart	0,006

Test 25 – plancher bas avec isolation intérieure DU PLANCHER

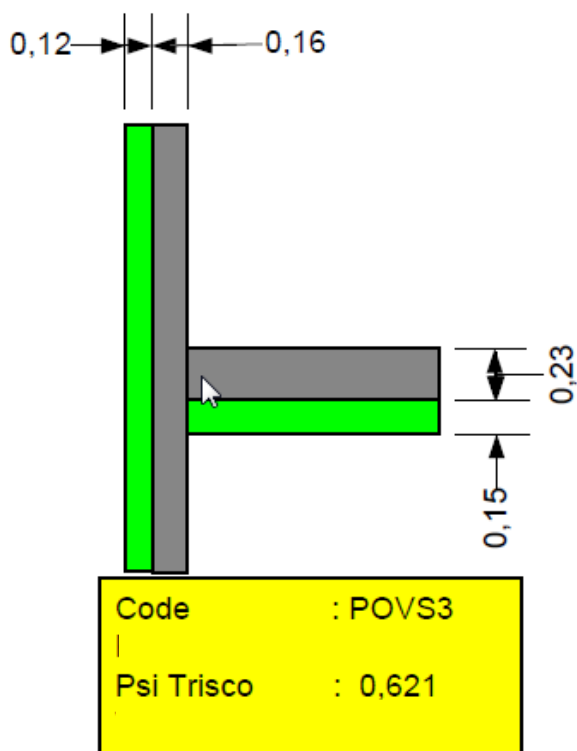
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher bas avec isolation intérieure du mur et du plancher bas.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,206
TRISCO	0,203
Ecart	0,003

Test 26 – plancher bas avec isolation extérieure

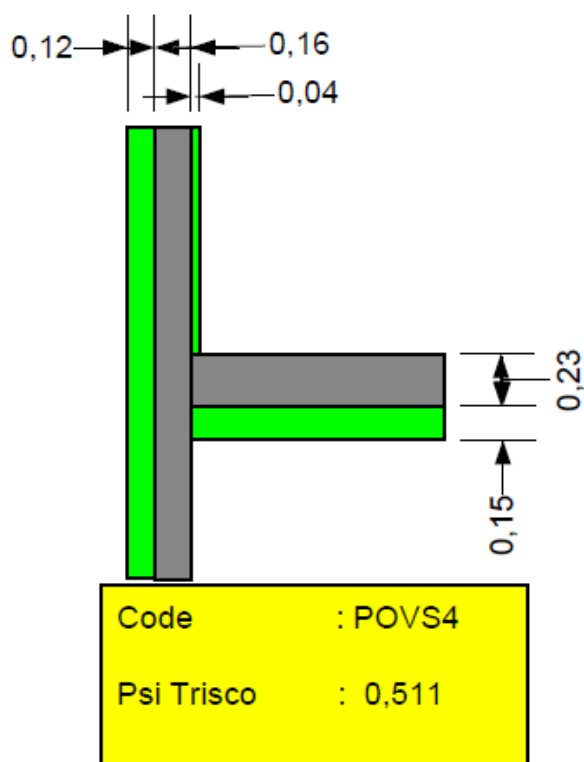
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher bas avec isolation extérieure.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,609
TRISCO	0,621
Ecart	0,012

Test 27 – plancher bas avec isolation extérieure et intérieure

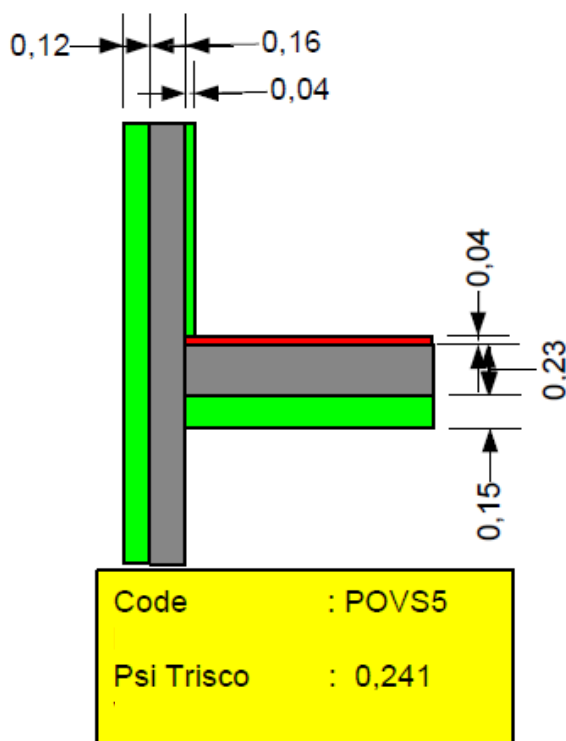
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher bas avec isolation extérieure et intérieure.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductiveö	0,506
TRISCO	0,511
Ecart	0,005

Test 28 – plancher bas avec isolation extérieure et intérieure

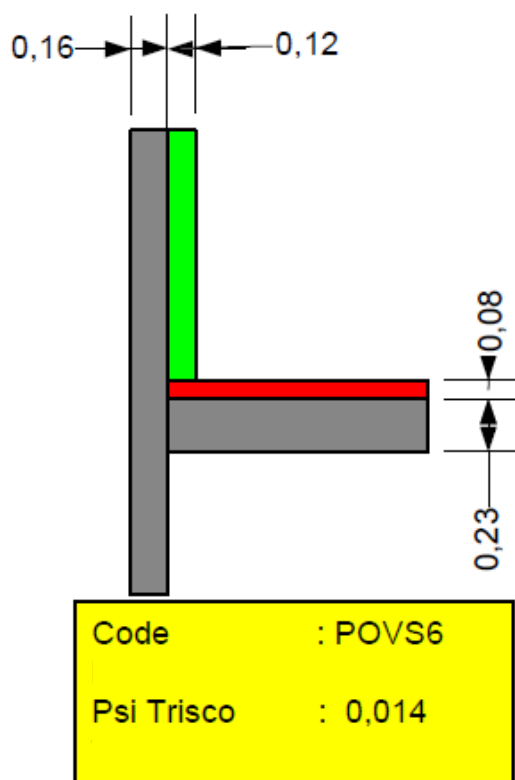
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher bas avec isolation extérieure et intérieure.



	Coefficient ψ W/(m.°C)
conducție	0,243
TRISCO	0,241
Ecart	0,002

Test 29 – plancher bas avec isolation intérieure

Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher bas avec isolation intérieure.



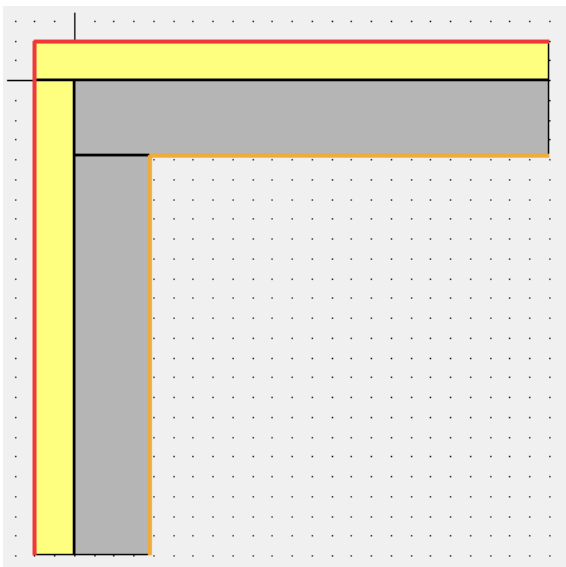
	Coefficient ψ W/(m.°C)
conductive	0,014
TRISCO	0,014
Ecart	0,000

Validations des ponts thermiques intermédiaires

Cette section comporte 3 tests permettant de valider la décomposition des ponts thermiques répartis (modélisations faisant intervenir plusieurs ambiances thermiques).

Test 30 – Cas simple à 2 ambiances thermiques

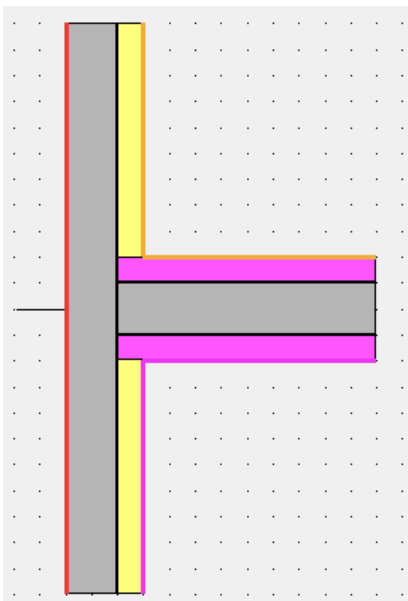
La modélisation est identique au test 12. Une ambiance thermique intérieure et extérieure sont définies. Dans ce cas simple, le coefficient du pont thermique réparti est égal au coefficient du pont thermique global.



	Coefficient ψ W/(m.°C)	Coefficient ψ_{12} W/(m.°C)
conductiveö	0,144	0,144

Test 31 – Cas symétrique à 3 ambiances thermiques

La modélisation représente un plancher intermédiaire. Les conditions aux limites ont été adaptées de manière à ce que la modélisation présente une symétrie. Une ambiance extérieure et deux ambiances intérieures ont été définies.



Les ponts thermiques répartis entre les deux ambiances intérieures vers l'ambiance extérieure sont identiques, par symétrie ; et leur somme est égale au coefficient du pont thermique global.

	conductiveö
Coefficient ψ W/(m.°C)	0,340
Coefficient ψ_{12} W/(m.°C)	0,170
Coefficient ψ_{13} W/(m.°C)	0,170
Coefficient $\psi_{12} + \psi_{13}$ W/(m.°C)	0,340

TEST 32 – ITR 2.1.3

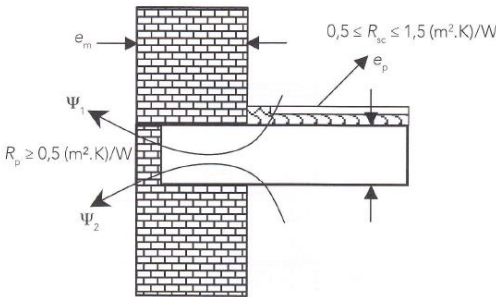
Ce test calcule le coefficient ψ d'un plancher haut lourd en béton de 200 mm d'épaisseur, et d'un mur en terre cuite de 350 mm. Une chape sur isolant est présente en partie supérieure. Ce test est repris des exemples de la RT 2012.

ITR.2.1.3 Plancher en béton plein avec chape flottante sur isolant

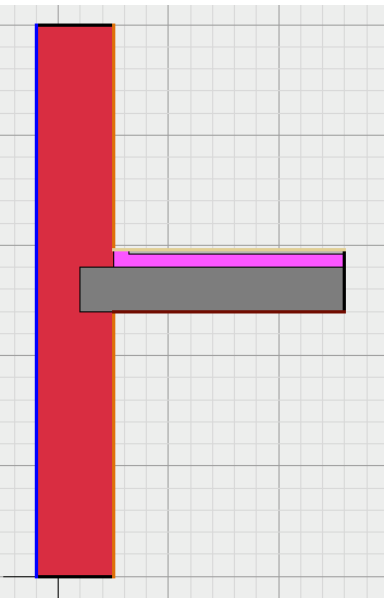
e_m (cm)	e_p (cm)		
	15	20	25
$25 \leq e_m \leq 40$	0,23	0,30	0,37

Note : Extrapolation et interpolation possibles pour $10 \leq e_p \leq 35$ cm

Répartition : $\Psi_1 = 0,12\Psi$ $\Psi_2 = 0,88\Psi$.



Une ambiance extérieure et deux ambiances intérieures ont été définies. La somme des ponts thermiques répartis est égale au coefficient du pont thermique global. Les parts des ponts thermiques répartis sont de l'ordre de 8 % et 92 %, résultats similaires aux valeurs proposées dans la RT 2012.



	conductiveö
Coefficient ψ W/(m.°C)	0,300
Coefficient ψ_{12} W/(m.°C)	0,024 <i>soit 0,080 ψ</i>
Coefficient ψ_{13} W/(m.°C)	0,277 <i>soit 0,923 ψ</i>
Coefficient $\psi_{12} + \psi_{13}$ W/(m.°C)	0,301

Synthèse des comparatifs

Test	Coefficient ψ conductiveö W/(m.°C)	Coefficient ψ de référence W/(m.°C)	Ecart W/(m.°C)
1	0,021	0,021	0,000
2	0,043	0,043	0,000
3	0,119	0,119	0,000
4	0,961	0,970	0,009
5	0,739	0,744	0,005
6	0,372	0,378	0,006
7	0,180	0,184	0,004
8	1,039	1,054	0,015
9	0,679	0,683	0,004
10	1,002	0,990	0,012
11	0,742	0,750	0,008
12	0,144	0,140	0,004
13	1,074	1,060	0,014
14	0,766	0,740	0,026
15	0,119	0,110	0,009
16	0,131	0,140	0,009
17	0,958	0,964	0,006
18	0,085	0,086	0,001
19	0,051	0,051	0,000
20	0,818	0,827	0,009
21	0,282	0,263	0,019
22	0,306	0,285	0,021
23	0,325	0,306	0,019
24	0,771	0,777	0,006
25	0,206	0,203	0,003
26	0,609	0,621	0,012
27	0,506	0,511	0,005
28	0,243	0,241	0,002
29	0,014	0,014	0,000

Validations des calculs de condensation dans la masse

La version 5 de *conductiveö* propose une estimation des risques de condensation, qui permet d'appliquer des taux d'humidité aux conditions aux limites, afin d'en déduire le taux d'humidité et donc les risques de condensation dans la masse de l'élément modélisé.

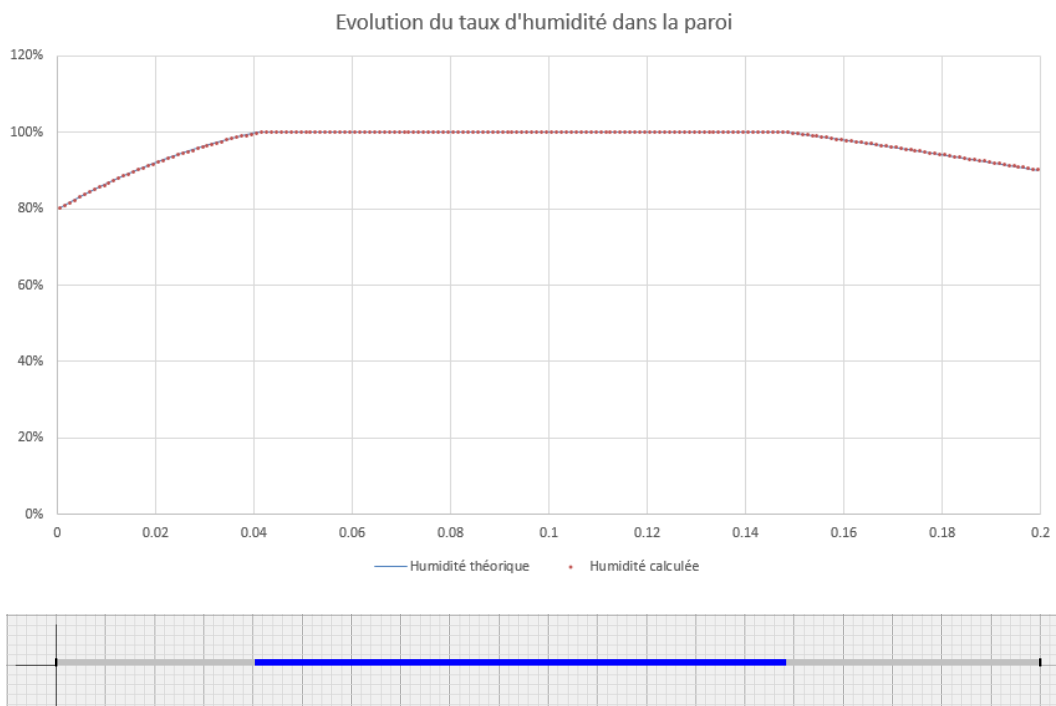
L'estimation est basée sur la méthode de Glaser, généralisée en 2 dimensions. Cette méthode permet de déterminer si des risques de condensation sont à prévoir ; les zones à risque de condensation sont, de manière générale, toujours surestimées avec cette méthode.

Test 1 – Paroi simple

Ce test étudie l'évolution de l'humidité dans la masse d'une paroi de 200 mm de béton. Les conditions aux limites sont les suivantes (les résistances superficielles ont été prises nulles) :

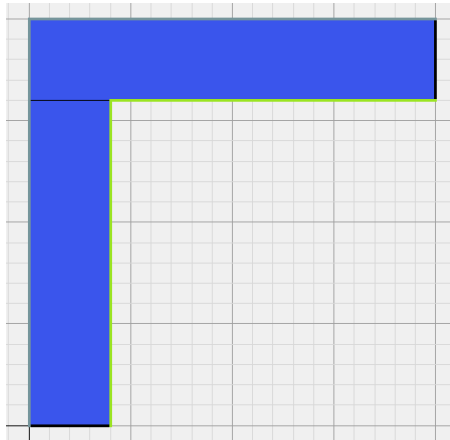
- condition extérieure : 0°C, humidité relative de 80 %,
- condition intérieure : 20°C, humidité relative de 90 %.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution théorique de l'humidité dans la masse ; ainsi que l'évolution calculée par *conductiveö*. L'écart absolu maximal observé entre les taux d'humidité théorique et calculé est de 0,21 %.

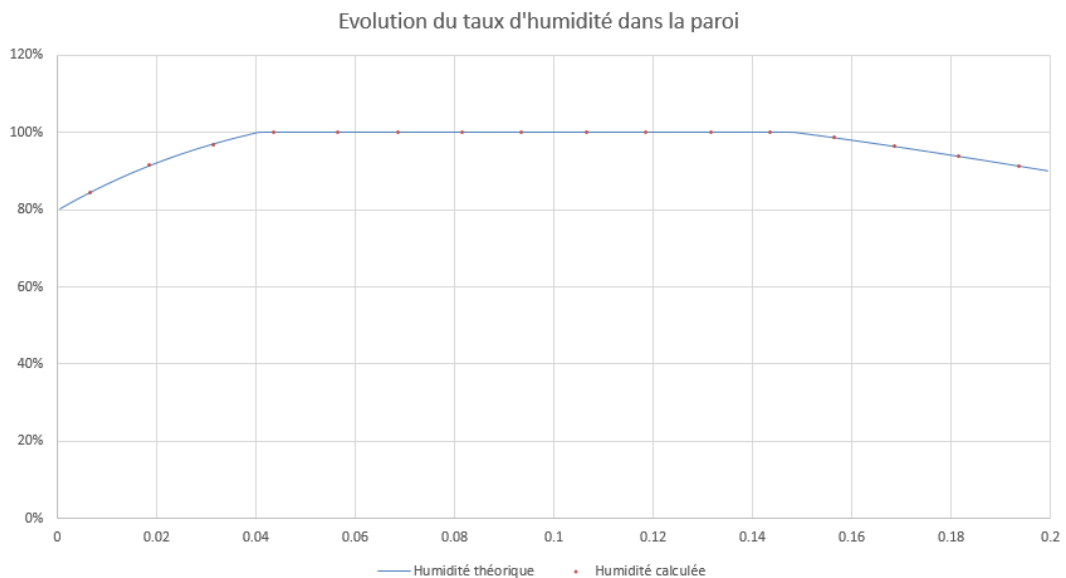


Test 2 – Paroi simple en 2 dimensions

Ce test est identique au précédent, excepté que la paroi représente un angle sortant illustré ci-dessous. Les caractéristiques physiques sont inchangées :



L'évolution du taux d'humidité au plus loin de l'angle est identique au cas précédent. Le maillage utilisé pour ce cas est celui généré par défaut par conducteo (mailles de 25 mm demandées) :



Test 3 – Paroi isolée par l'intérieur

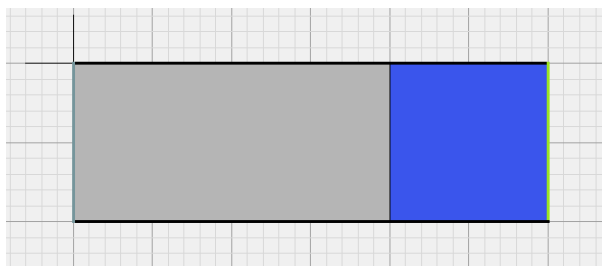
Ce test étudie l'évolution du taux d'humidité au sein d'une paroi isolée par l'intérieure. La paroi est composée ainsi :

- 200 mm de béton : $\lambda = 2 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ $\mu = 100$
- 100 mm d'isolant : $\lambda = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ $\mu = 1$

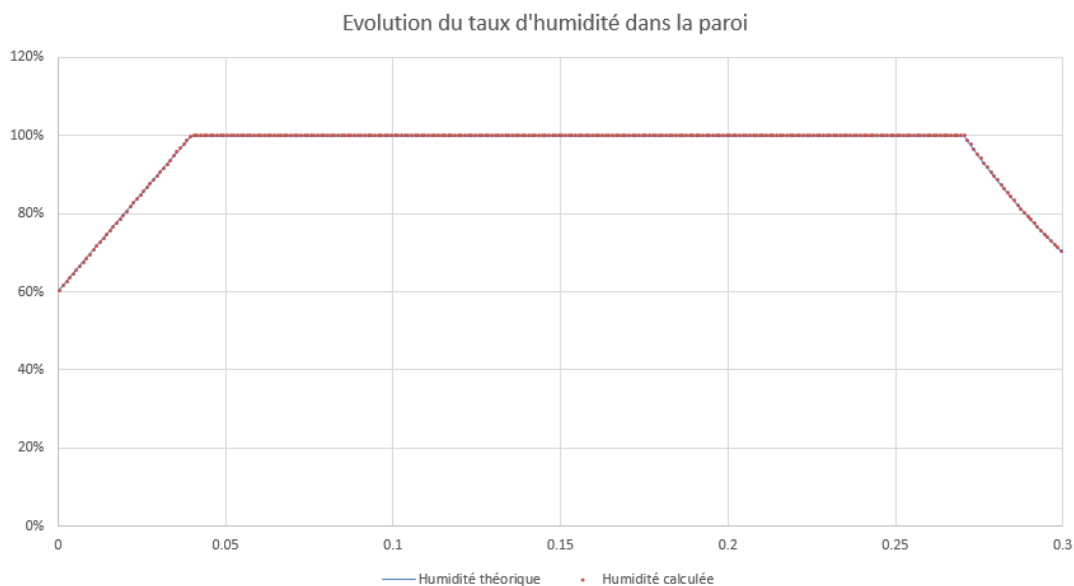
Les conditions aux limites sont les suivantes :

- condition extérieure : 0°C, humidité relative de 60 %,
- condition intérieure : 20°C, humidité relative de 70 %.

La modélisation est illustrée ci-dessous :



Le graphique ci-dessous montre l'évolution théorique de l'humidité dans la masse ; ainsi que l'évolution calculée par *conducteö*. L'écart absolu maximal observé entre les taux d'humidité théorique et calculé est de 0,03 %.



Conclusion

Les résultats obtenus avec la version 5 de conducteö montrent que le logiciel est conforme aux normes EN 10211:2018 et EN 10077-2:2012, les tests de validations proposés par ces deux normes donnant des résultats conformes à ceux attendus. Le logiciel peut donc valablement être utilisé comme outil de calcul dans les cadres nécessitant un outil conforme à ces normes.

Les éléments de comparaison avec le logiciel Therm 7.3 et TRISCO permettent de montrer que les résultats obtenus par le logiciel sont similaires aux résultats obtenus par des outils informatiques équivalents.

Les éléments de comparaison avec quelques ponts thermiques tabulés dans la RT 2012 montrent que les résultats obtenus par le logiciel sont cohérents vis-à-vis des valeurs usuellement admises pour les cas étudiés.

Enfin, la comparaison sur trois cas de la décomposition du pont thermique permet de valider la méthode proposée par le logiciel pour un calcul simplifié de la répartition du pont thermique.



conductiveö

Logiciel de calcul des ponts thermiques linéiques

auteur : Clément MARCEL

© copyright 2009 – 2026