



BCCA Notified Body n°749

FORMATION
CALCULS THERMIQUES POUR MENUISERIE EN BOIS

REFERENCE : NBN B62-002 (2008)



BCCA Notified Body n°749

DEFINITIONS TIREES DE LA NORME NBN B62-002

Coefficient de transmission thermique (U en W/m²K)

Densité du flux thermique en régime stationnaire, par degré de différence de température entre les ambiances de part et d'autre des éléments de construction.

$$P = U \times A \times \Delta T$$

P (puissance en W) / A (surface en m²) / ΔT (différence de température int. et ext. en °C ou Kelvin)

Exemple pratique :

Une fenêtre avec un U=2W/m²K, une surface de 1m² et un ΔT de 25°C fournit une dépense énergétique équivalant à une ampoule de 50W.

Le coefficient U est associé aux éléments de surface : fenêtres, panneaux, vitrages,...

Résistance thermique (R en m²K/W)

Résistance thermique d'une couche de construction dans un élément de construction dans des conditions intérieures ou extérieures spécifiques pouvant être considérées comme typiques pour les prestations de l'élément de construction concerné. La résistance thermique totale d'un élément de construction est égale à l'inverse du coefficient de transmission thermique U de cet élément de construction (ou d'un de ses composants) entre deux ambiances.

$$R = \frac{1}{U}$$

Exemple pratique :

Un matériau isolant aura un R élevé et donc un U réduit. Pour avoir une fenêtre isolante, on cherchera à obtenir un U le plus petit possible.

Le coefficient R est associé aux éléments de surface mais plus précisément les lames d'air les accolant.

Conductivité thermique (λ_v en W/mK)

Flux thermique qui en régime stationnaire passe à travers le matériau, par unité de longueur et par degré de différence de température dans ce matériau. Cette valeur est déterminée dans des conditions spécifiques d'essai. Les valeurs λ mesurées forment la base pour le calcul statistique de la conductivité thermique déclarée (λ_D) et de la valeur de calcul (λ_v) dans des conditions intérieures ou extérieures.

d (épaisseur du matériau en m)

Exemple pratique :

Une essence de bois ayant un λ=0.2W/mK et une épaisseur de 50mm aura un U de 4W/m²K.

Le coefficient λ est propre aux matériaux et est associé principalement aux panneaux et profilés.



BCCA Notified Body n°749

Coefficient de transmission thermique linéique (Ψ en W/mK)

Terme correctif intervenant dans l'influence linéaire d'un pont thermique, égal au flux thermique stationnaire divisé par la longueur et la différence de température entre l'ambiance intérieure et l'ambiance extérieure de part et d'autre du pont thermique linéaire.

NOTE Le coefficient de transmission thermique linéique est utilisé comme terme correctif intervenant dans l'influence d'un pont thermique linéaire sur le coefficient de transmission thermique d'un élément de construction.

$$P = \Psi \times L \times \Delta T$$

P (puissance en W) / L (longueur en m) / ΔT (différence de température int. et ext. en °C ou Kelvin)

Exemple pratique :

Une intercalaire avec un $\Psi=0.08\text{W/m}^2\text{K}$, une longueur de 4m et un ΔT de 25°C fournit une dépense énergétique équivalant à une ampoule de 8W.

Le coefficient Ψ est associé aux éléments linéiques : intercalaires (pourtour des vitrages), pourtour des panneaux,...



CALCUL DE LA TRANSMISSION THERMIQUE D'UNE FENETRE (U_w)

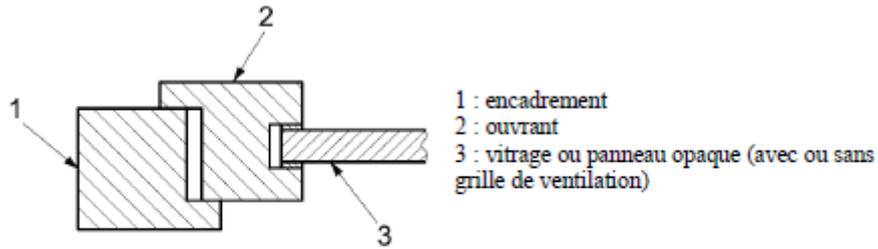


Figure 22 – Illustration d'une fenêtre simple

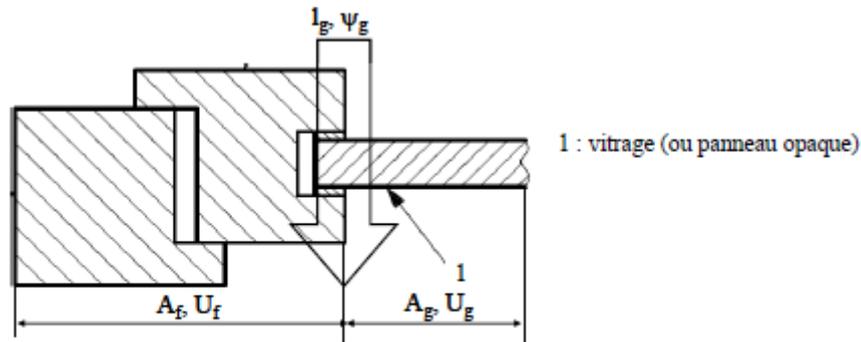


Figure 23 – Effet du vitrage, intercalaire et encadrement

METHODE COMPLEXE

$$U_w = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + L \times \Psi_g}{A_f + A_g}$$

indices w (window = fenêtre) / f (frame = profilé) / g (glass = vitrage)

A_f (surface constituée par les profilés) / A_g (surface constituée par le vitrage) / L (longueur de l'intercalaire)

U_f (transmission thermique des profilés) / U_g (transmission thermique du vitrage) / Ψ_g (transmission thermique de l'intercalaire)

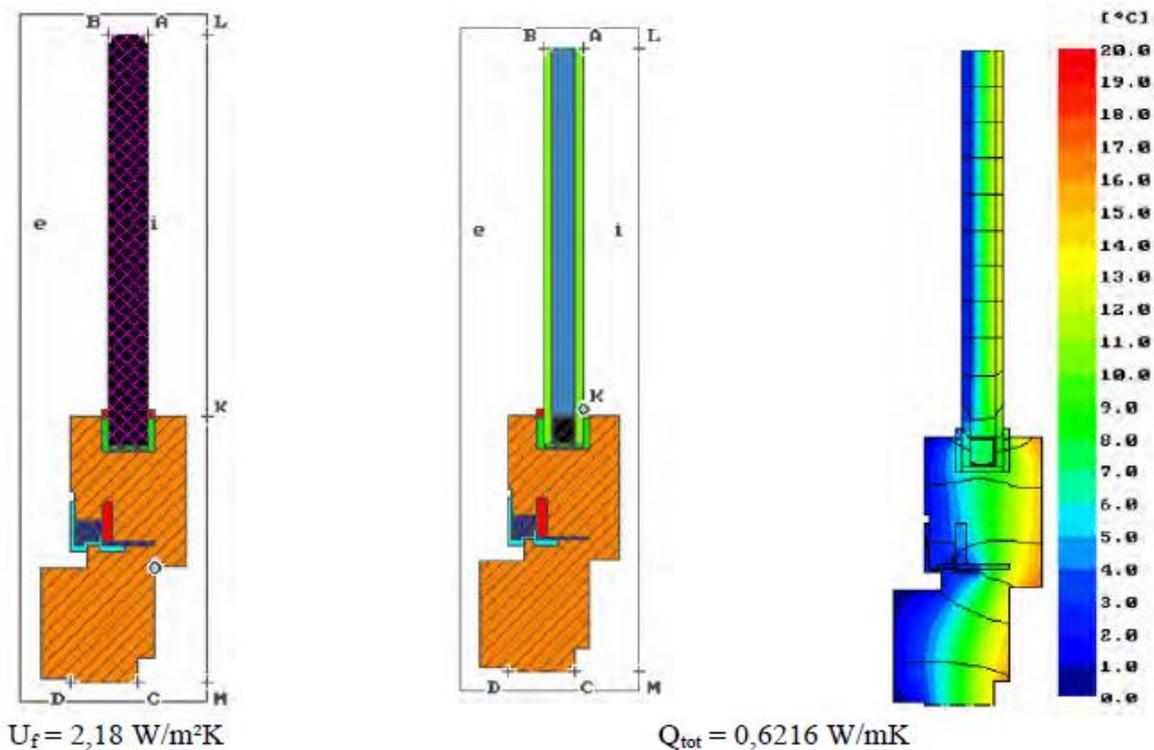


Figure K 14 – Calcul numérique de fenêtre à encadrement en bois (modèle de calcul bidimensionnel)

U_f est obtenue par calcul par éléments finis. Ce calcul consiste à décomposer le profilé en petits éléments après avoir défini tous les matériaux intervenant dans celui-ci. La section de départ peut être fournie via un fichier Autocad. On impose une différence de température intérieure et extérieure et la dépense énergétique(P) est alors calculée en W.

On en déduit ainsi le U_w grâce à la formule :

$$U_w = \frac{P}{A \times \Delta T}$$

U_g et Ψ sont déclarées par le fournisseur de vitrage.

METHODE SIMPLIFIEE

$$U_w = 30\% \times U_f + 70\% \times U_g + 3 \times$$

U_f est fournie par la norme (voir tableau F 1 en annexe).

U_g et Ψ sont déclarées par le fournisseur de vitrage ou sont également disponibles dans la norme en cas de doute (tableaux E1 et G1 en annexe).

Cette méthode utilise la même formule que celle de la méthode complexe mais en ayant pris comme hypothèse que la surface des profilés intervient pour 30% de la surface totale, la surface du vitrage intervient pour 70% et un coefficient de 3 est utilisé pour le Ψ de l'intercalaire.

Des tableaux ont été réalisés dans la norme en utilisant la formule simplifiée et sont disponibles en annexe (tableaux D1 et D2).

**METHODE INTERMEDIAIRE**

Cette méthode utilise la même formule que celle de la méthode complexe mais avec un U_f fourni par le tableau de la norme (tableau F 1 en annexe).

Cette méthode fournit des valeurs U_w généralement plus proches de la réalité que la méthode simplifiée mais plus éloignées que la méthode complexe. On remarque également que cette méthode tient compte des surfaces des profilés et vitrages (contrairement à la méthode simplifiée).

COMPARAISON DES METHODESDonnées:

- encadrement en bois (feuillus) – épaisseur de l'encadrement $d_f = 55$ mm ;
- double vitrage amélioré (4-16-4) avec remplissage d'air, couche réfléchissante sur 1 vitre, facteur d'émission = 0,05 et intercalaire normal ;
- dimensions des composants de fenêtre connues (voir Tableau K 10)

Encadrement	Vitrage				Encadrement			Fenêtre		
	h_g (m)	b_g (m)	A_g (m ²)	l_g (m)	h_f (m)	b_f (m)	A_f (m ²)	h_w (m)	b_w (m)	A_w (m ²)
Bois	1,138	0,938	1,0674 (64%)	4,152	0,131	0,131	0,6126 (36%)	1,40	1,20	1,68 (100%)

METHODE COMPLEXE

Valeur U de l'encadrement (numérique selon la norme NBN EN ISO 10077-2 – Figure K 14 à gauche)

$$U_f = 2,18 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (l_{f,model} = 0,131 \text{ m})$$

Valeur U du vitrage (déclarée par le fabricant)

$$U_g = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (l_{g,model} = 0,19 \text{ m})$$

Jonction vitre-encadrement (calcul numérique selon la norme NBN EN ISO 10211 – Figure K 14 à droite)

$$\Psi_{f,g} = Q_{tot} - (U_f \cdot l_{f,model} + U_g \cdot l_{g,model}) = 0,6216 - (2,18 \cdot 0,131 + 1,4 \cdot 0,19) = 0,070 \text{ W/mK}$$

Valeur U de la fenêtre, selon l'expression (32)

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_{f,g}}{A_g + A_f} = \frac{1,0674 \cdot 1,4 + 0,6126 \cdot 2,18 + 4,152 \cdot 0,07}{1,0674 + 0,6126} = 1,86 \text{ W/m}^2\text{K}$$

METHODE SIMPLIFIEE

Valeur U de l'encadrement (selon le Tableau F 1 – prendre la plus petite épaisseur de l'encadrement et la valeur pour les feuillus)

$$U_f = 2,36 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Valeur U du vitrage (selon le Tableau E 1 – prendre la valeur pour double vitrage, remplissage d'air et $\epsilon_n = 0,05$)

$$U_g = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Jonction verre-encadrement (selon le Tableau G 1 – prendre la valeur pour intercalaire normal)

$$\Psi_{f,g} = 0,08 \text{ W/mK}$$

Valeur U de la fenêtre (selon annexe D – prendre la formule simplifiée pour $U_g < U_f$)

$$U_{w,T} = 0,7 \cdot U_g + 0,3 \cdot U_f + 3 \cdot \Psi_{f,g} = 0,7 \cdot 1,4 + 0,3 \cdot 2,36 + 3 \cdot 0,08 = 1,93 \text{ W/m}^2\text{K}$$



BCCA Notified Body n°749

METHODE INTERMEDIAIRE

Valeur $U_f = 2.36 \text{ W/m}^2\text{K}$

Valeur $U_g = 1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Valeur $\Psi = 0.08 \text{ W/mK}$

Valeur $U_w = 0.64 \times U_g + 0.36 \times U_f + 4.142 / 1.68 \times \Psi = 0.9 + 0.85 + 0.2 = 1.95 \text{ W/m}^2\text{K}$

CALCUL DE LA TRANSMISSION THERMIQUE DES PANNEAUX

$$1 \text{ matériau} : U_p = \frac{1}{R_{se} + \frac{d}{\lambda} + R_{si}}$$

$$\text{Plusieurs matériaux} : U_p = \frac{1}{R_{se} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{si}}$$

	Direction du flux de chaleur		
	ascendant (2)	horizontal (1)	descendant (2)
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04
(1) : valable pour une direction du flux de chaleur qui dévie de $\pm 30^\circ$ du plan horizontal (paroi placée avec un angle α par rapport à l'horizontale de sorte que : $90^\circ \geq \alpha \geq 60^\circ$) (2) : valable pour une direction du flux de chaleur qui dévie plus de 30° du plan horizontal (paroi placée avec un angle α par rapport à l'horizontale de sorte que : $60^\circ > \alpha \geq 0^\circ$)			

Tableau 1 – Résistances thermiques d'échange R_{si} et R_{se} (en $\text{m}^2\text{K/W}$)

REMARQUE

R_s correspond à la résistance thermique générée par la lame d'air accolant le panneau (face extérieure ou intérieure).

CAS DES GRILLES DE VENTILATION

Pour les grilles de ventilation dont la marque et le type sont connus, la valeur U_r déclarée par le producteur est adoptée, laquelle est déterminée comme suit:

- par essai selon la norme NBN EN 12412-2, où la grille de ventilation est testée en position fermée ;
- suivant la méthode de calcul numérique de la norme NBN EN ISO 10077-2 (Annexe C) ;

Pour les grilles de ventilation réglables inconnues, la valeur par défaut suivante peut être adoptée : $U_r = 6,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (toutes les grilles) ; si cette valeur est utilisée, il ne faut plus tenir compte de l'effet de bord (pont thermique) du raccordement entre la grille de ventilation et les composants de la fenêtre, en d'autres mots : $\Psi_r = 0$

$$U_r = \frac{1}{R_{se} + \frac{d}{\lambda} + R_{si}} = \frac{1}{0.04 + 0 + 0.13} = 5.9 \cong 6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Ceci équivaut à une paroi non isolante séparant l'extérieur de l'intérieur.



BCCA Notified Body n°749

ANNEXES
CALCULS THERMIQUES POUR MENUISERIE EN BOIS
REFERENCE : NBN B62-002 (2008)



TRANSMISSION THERMIQUE DES PROFILÉS (Uf)

Épaisseur du profilé d'encadrement d_f (en mm) (voir Figure F 1)	U_f (W/m ² K) (1) (NBN EN ISO 10077-1)	
	Bois résineux ($\rho \leq 500$ kg/m ³) (2) $\lambda_v = 0,13$ W/mK	Bois feuillus ($500 < \rho \leq 700$ kg/m ³) (2) $\lambda_v = 0,18$ W/mK
50	2,00	2,36
60	1,93	2,20
70	1,78	2,08
80	1,67	1,96
90	1,58	1,86
100	1,48	1,75
110	1,40	1,68
120	1,32	1,58
130	1,25	1,50
140	1,18	1,40
150	1,12	1,34

(1) Conventions pour les profilés d'encadrement en bois dont certaines caractéristiques sont inconnues:

- épaisseur des profilés d'encadrement inconnue: prenez la plus petite épaisseur de profilé d'encadrement
- espèce de bois inconnue: prenez les valeurs pour bois feuillus

(2) Masse volumique moyenne à 12% de teneur en humidité

Tableau F 1 – Coefficients de transmission thermique des profilés d'encadrement en bois, U_f en W/m²K

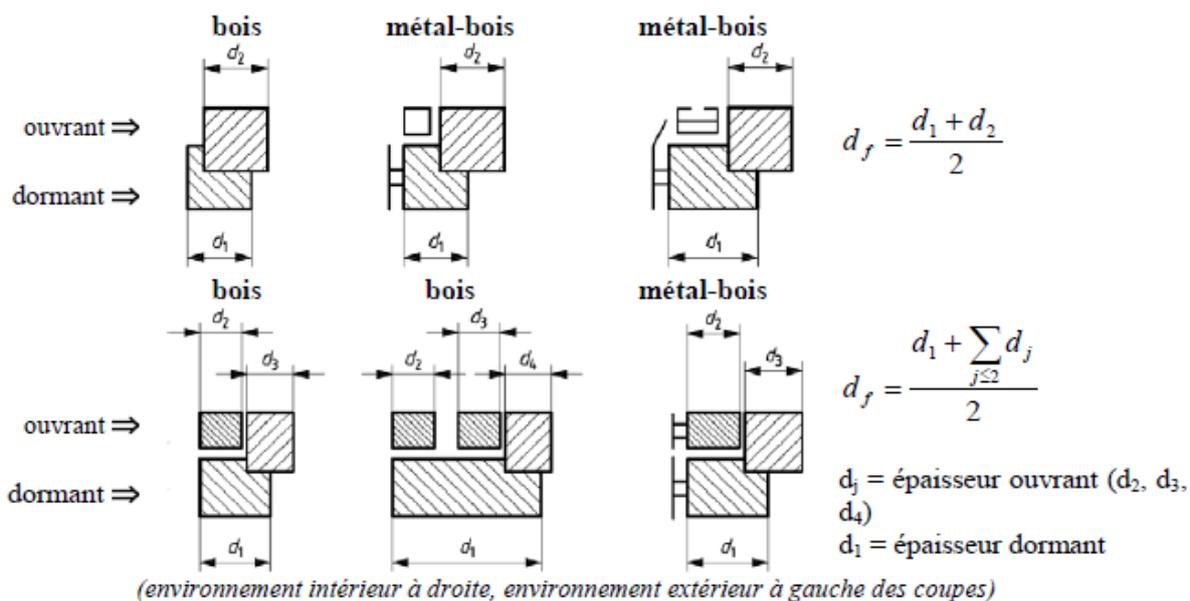


Figure F 1 – Définition de l'épaisseur d_f des différents profilés d'encadrement en bois.



TRANSMISSION THERMIQUE DES VITRAGES (U_g)

Type de vitrage (toutes les feuilles de verre ont 4 mm d'épaisseur)				U_g (W/m ² K) (1) (NBN EN ISO 10077-1)				
Type	Couche de revêtement	Facteur d'émission normale	Dimensions (mm)	Sorte de remplissage de la lame d'air (concentration de gaz ≥ 90%)				
				Air	Argon	Krypton	SF ₆	Xénon
double vitrage	néant (double vitrage normal)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,6	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	1 vitre avec couche réfléchissante	≤ 0,2	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
	1 vitre avec couche réfléchissante	≤ 0,15	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
	1 vitre avec couche réfléchissante	≤ 0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
	1 vitre avec couche réfléchissante	≤ 0,05	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
4-16-4			1,6	1,4	1,3	2,3	1,4	
triple vitrage	néant (triple vitrage normal)	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	2 vitres avec couche réfléchissante	≤ 0,2	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
	2 vitres avec couche réfléchissante	≤ 0,15	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
	2 vitres avec couche réfléchissante	≤ 0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
	2 vitres avec couche réfléchissante	≤ 0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,5
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5

(1) Conventions pour les vitrages dont certaines caractéristiques sont inconnues :

- revêtement inconnu : prenez les valeurs pour $\epsilon_0 = 0,89$ (pas de revêtement)
- largeur de lame d'air inconnue : prenez les valeurs pour la plus petite largeur de lame d'air
- remplissage de gaz inconnu : prenez les valeurs pour un remplissage à l'air

Tableau E 1 – Coefficient de transmission thermique de la partie centrale d'un vitrage verticale (sans tenir compte des effets périphériques), U_g en W/m²K, calculé selon la norme NBN EN 673



CONDUCTIVITE THERMIQUE DES PANNEAUX (λ)

Matériau	Masse volumique ρ (kg/m ³)	$\lambda_{U,i}$ W/(m.K)	$\lambda_{U,e}$ W/(m.K)	c J/(kg.K)
Bois de charpente en bois feuillus durs et bois résineux	$\rho \leq 500$	0.13	0.15	1 600
	$500 < \rho \leq 700$	0.18	0.20	
Panneau de contreplaqué	$\rho \leq 300$	0.09	0.11	1 600
	$300 < \rho \leq 500$	0.13	0.15	
	$500 < \rho \leq 700$	0.17	0.20	
	$700 < \rho \leq 1\ 000$	0.24	0.28	
Panneau de particules ou d'aggloméré	$\rho \leq 300$	0.10	(1)	1 700
	$300 < \rho \leq 600$	0.14		
	$600 < \rho \leq 900$	0.18		
Panneau de fibres liées au ciment	$\rho \leq 1\ 200$	0.23	(1)	1 500
Panneau d'OSB (oriented strand board)	$\rho \leq 650$	0.13	(1)	1 700
Panneau de fibres de bois (y compris MDF)	$\rho \leq 250$	0.07	(1)	1 700
	$250 < \rho \leq 400$	0.10		
	$400 < \rho \leq 600$	0.14		
	$600 < \rho \leq 800$	0.18		

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est pas recommandée, sauf si un agrément technique a été délivré pour une application adéquate pour laquelle la valeur de calcul à utiliser est mentionnée

Matériaux d'isolation (fabriqués en usine)	Chaleur massique c J/(kg.K)	Matériaux d'isolation dont on connaît la nature et dont on peut démontrer la spécification de produit (1)		Matériaux d'isolation dont on connaît la nature mais dont on ne peut pas démontrer la spécification de produit	
		$\lambda_{U,i}$ W/(m.K)	$\lambda_{U,e}$ W/(m.K)	$\lambda_{U,i}$ W/(m.K)	$\lambda_{U,e}$ W/(m.K)
Laine minérale (panneaux, matelas) (MW)	1 030	0.031-0.044	(2)	0.050	(2)
Polystyrène expansé (plaques) (EPS)	1 450	0.031-0.045		0.050	
Polyéthylène extrudé (plaques) (PEF)	1 450	0.035-0.045		0.050	
Polystyrène extrudé (plaques) (XPS) (3)	1 450	0.028-0.038		0.045	
Polyuréthane (plaques revêtues) (PUR/PIR)	1 400	0.023-0.029		0.035	
Mousse phénolique (plaques) (PF) (4)	1 400	0.022-0.038		0.045	
Verre cellulaire (plaques) (CG)	1 000	0.038-0.050		0.055	
Perlite expansée (plaques) (EPB)	900	0.052-0.055		0.060	
Liège (panneaux) (ICB)	1 560	-		0.050	
Vermiculite expansée (panneaux)	900	-		0.090	
Cellulose (panneaux) ($50 \leq \rho < 150$ kg/m ³)	1 100	0.035-0.055		0.060	
Panneaux d'isolation à base de fibres végétales et/ou animales (chanvre, lin, paille, plumes, laine, duvet...) ($50 \leq \rho < 150$ kg/m ³)	1 100	-		0.060	

(1) Les valeurs mentionnées dans cette colonne sont les valeurs les plus basses et les plus hautes connues dans la famille des spécifications techniques européennes (EOTA) ou des déclarations volontaires de qualité de l'UBAtc (ATG) ou du certificat CEN Key-mark, quels que soient l'application et les autres facteurs susceptibles d'influencer ces valeurs. L'auteur de projet, qui connaît l'application du matériau, doit utiliser la valeur correspondante dans son cahier des charges.

(2) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est pas recommandée, sauf si un agrément technique a été délivré pour une application adéquate pour laquelle la valeur de calcul à utiliser est mentionnée.

(3) En cas d'application de plaques d'isolation en XPS dans des toitures inversées, la résistance thermique de la couche d'isolation en XPS doit être corrigée suivant les règles de 7.4.5.

(4) Uniquement d'application sur la mousse phénolique à cellules fermées.

NOTE Pour les applications intérieures, les valeurs λ_D , tel que déterminé pour les matériaux d'isolation dont on peut démontrer la spécification de produit et dont on connaît la nature, la marque et le type ; peuvent également être employées comme valeurs $\lambda_{U,i}$.



TRANSMISSION THERMIQUE DES INTERCALAIRES (Ψ)

Type de profilés d'encadrement	Vitrage multiple (feuilles de verre de 4 mm)			
	Vitrage sans revêtement		Vitrage avec revêtement	
	intercalaire normal	intercalaire isolant	intercalaire normal	intercalaire isolant
Bois ou PVC	0,06	0,05	0,08	0,06
Métallique avec coupure thermique	0,08	0,06	0,11	0,08
Métallique sans coupure thermique	0,02	0,01	0,05	0,04

Tableau G 1 - Valeurs $\Psi_{t,j}$ par défaut pour les jonctions entre profilés d'encadrement et vitrages pourvus d'intercalaires normaux et d'intercalaires thermiquement améliorés.



TRANSMISSION THERMIQUE DE LA FENETRE (Uw)

Tableau D1 – Coefficient de transmission thermique $U_{w,T}$ d'un ensemble de fenêtres vitrées, non équipées de panneaux opaques et/ou de grilles ⁴ (calcul simplifié) – Intercalaires normaux (voir G.2 en annexe G)

Valeurs Ug vitrage (W/m²K)	Valeurs Uf (W/m²K) des profilés																								
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,9	7,0	
5,7																									
3,3																									
3,2																									
3,1																									
3,0																									
2,9																									
2,8																									
2,7																									
2,6																									
2,5																									
2,4																									
2,3																									
2,2																									
2,0																									
1,9																									
1,8																									
1,7																									
1,6	1,77	1,81	1,85	1,89	1,93	1,99	2,05	2,11	2,17																
1,5	1,69	1,73	1,77	1,81	1,86	1,92	1,98	2,04	2,10																
1,4	1,61	1,65	1,69	1,73	1,79	1,85	1,91	1,97	2,03																
1,3	1,53	1,57	1,61	1,66	1,72	1,78	1,84	1,90	1,96																
1,2	1,45	1,49	1,53	1,59	1,65	1,71	1,77	1,83	1,89																
1,1	1,37	1,41	1,46	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76	1,82																
1	1,29	1,33	1,39	1,45	1,51	1,57	1,63	1,69	1,75																
0,9	1,21	1,26	1,32	1,38	1,44	1,50	1,56	1,62	1,68																
0,8	1,13	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,61																
0,7	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54																
0,6	0,99	1,05	1,11	1,17	1,23	1,29	1,35	1,41	1,47																
0,5	0,92	0,98	1,04	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,40																

Tableau D2 – Coefficient de transmission thermique $U_{w,T}$ d'un ensemble de fenêtres vitrées, non équipées de panneaux opaques et/ou de grilles ⁵ (calcul simplifié) – Intercalaires à performances thermiques améliorées (voir G.2 en annexe G)

Valeurs Ug vitrage (W/m²K)	Valeurs Uf (W/m²K) des profilés																								
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,9	7,0	
5,7																									
3,3																									
3,2																									
3,1																									
3,0																									
2,9																									
2,8																									
2,7																									
2,6																									
2,5																									
2,4																									
2,3																									
2,2																									
2,1																									
2,0																									
1,9																									
1,8																									
1,7																									
1,6	1,65	1,69	1,73	1,77	1,81	1,87	1,93	1,99	2,05																
1,5	1,57	1,61	1,65	1,69	1,74	1,80	1,86	1,92	1,98																
1,4	1,49	1,53	1,57	1,61	1,67	1,73	1,79	1,85	1,91																
1,3	1,41	1,45	1,49	1,54	1,60	1,66	1,72	1,78	1,84																
1,2	1,33	1,37	1,41	1,47	1,53	1,59	1,65	1,71	1,77																
1,1	1,25	1,29	1,34	1,40	1,46	1,52	1,58	1,64	1,70																
1	1,17	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,51	1,57	1,63																
0,9	1,09	1,14	1,20	1,26	1,32	1,38	1,44	1,50	1,56																
0,8	1,01	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49																
0,7	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42																
0,6	0,87	0,93	0,99	1,05	1,11	1,17	1,23	1,29	1,35																
0,5	0,80	0,86	0,92	0,98	1,04	1,10	1,16	1,22	1,28																