

MÉTAUX

Table 1 – Métaux				
Matériau	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Chaleur massique c J/kgK	Masse volumique ρ kg/m ³
Plomb	35	35	130	11 300
Cuivre	380	380	380	8 900
Acier	50	50	450	7 900
Aluminium 99%	160	160	880	2 800
Fonte	50	50	450	7 500
Zinc	110	110	380	7 200

PIERRES NATURELLES

Table 2 – Pierres naturelles			
<i>La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK</i>			
Matériau	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Masse volumique ρ kg/m ³
Pierres lourdes (granit, gneiss, basalte, porphyre)	3.50	3.50	$2\,700 \leq \rho \leq 3\,000$
« Petit granit » (pierre bleue), pierre calcaire	2.91	3.50	2 700
Marbres	2.91	3.50	2 800
Pierres dures	2.21	2.68	2 550
Pierres fermes	1.74	2.09	2 350
Pierres demi-fermes (moellon)	1.40	1.69	2 200

ÉLÉMENTS DE MAÇONNERIE (A)

Table 3 – Briques en terre cuite

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 700$	0.22	0.43
$700 < \rho \leq 800$	0.25	0.49
$800 < \rho \leq 900$	0.28	0.56
$900 < \rho \leq 1000$	0.32	0.63
$1000 < \rho \leq 1100$	0.35	0.70
$1100 < \rho \leq 1200$	0.39	0.77
$1200 < \rho \leq 1300$	0.42	0.84
$1300 < \rho \leq 1400$	0.47	0.93
$1400 < \rho \leq 1500$	0.51	1.00
$1500 < \rho \leq 1600$	0.55	1.09
$1600 < \rho \leq 1700$	0.60	1.19
$1700 < \rho \leq 1800$	0.65	1.28
$1800 < \rho \leq 1900$	0.71	1.40
$1900 < \rho \leq 2000$	0.76	1.49
$2000 < \rho \leq 2100$	0.81	1.61

Table 4 – Briques/blocs silico-calcaires

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 900$	0.36	0.78
$900 < \rho \leq 1000$	0.37	0.81
$1000 < \rho \leq 1100$	0.40	0.87
$1100 < \rho \leq 1200$	0.45	0.97
$1200 < \rho \leq 1300$	0.51	1.11
$1300 < \rho \leq 1400$	0.57	1.24
$1400 < \rho \leq 1500$	0.66	1.43
$1500 < \rho \leq 1600$	0.76	1.65
$1600 < \rho \leq 1700$	0.87	1.89
$1700 < \rho \leq 1800$	1.00	2.19
$1800 < \rho \leq 1900$	1.14	2.49
$1900 < \rho \leq 2000$	1.30	2.84
$2000 < \rho \leq 2100$	1.49	3.25
$2100 < \rho \leq 2200$	1.70	3.71

Table 5 – Blocs de béton avec granulats ordinaires

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 1600$	1.07	1.39
$1600 < \rho \leq 1700$	1.13	1.47
$1700 < \rho \leq 1800$	1.23	1.59
$1800 < \rho \leq 1900$	1.33	1.72
$1900 < \rho \leq 2000$	1.45	1.88
$2000 < \rho \leq 2100$	1.58	2.05
$2100 < \rho \leq 2200$	1.73	2.24
$2200 < \rho \leq 2300$	1.90	2.46
$2300 < \rho \leq 2400$	2.09	2.71

ÉLÉMENTS DE MAÇONNERIE (B)

Table 6 – Blocs de béton d'argile expansé

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 400$	0.14	(1)
$400 < \rho \leq 500$	0.18	(1)
$500 < \rho \leq 600$	0.21	0.28
$600 < \rho \leq 700$	0.25	0.33
$700 < \rho \leq 800$	0.30	0.39
$800 < \rho \leq 900$	0.33	0.44
$900 < \rho \leq 1000$	0.38	0.50
$1000 < \rho \leq 1100$	0.43	0.57
$1100 < \rho \leq 1200$	0.49	0.65
$1200 < \rho \leq 1300$	0.55	0.73
$1300 < \rho \leq 1400$	0.61	0.80
$1400 < \rho \leq 1500$	0.67	0.88
$1500 < \rho \leq 1600$	0.75	0.99
$1600 < \rho \leq 1700$	0.83	1.10

Table 7 – Blocs de béton avec d'autres granulats légers

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 500$	0.30	(1)
$500 < \rho \leq 600$	0.33	0.43
$600 < \rho \leq 700$	0.37	0.47
$700 < \rho \leq 800$	0.41	0.52
$800 < \rho \leq 900$	0.46	0.58
$900 < \rho \leq 1000$	0.51	0.65
$1000 < \rho \leq 1100$	0.57	0.73
$1100 < \rho \leq 1200$	0.64	0.82
$1200 < \rho \leq 1300$	0.72	0.91
$1300 < \rho \leq 1400$	0.82	1.04
$1400 < \rho \leq 1500$	0.92	1.17
$1500 < \rho \leq 1600$	1.03	1.31
$1600 < \rho \leq 1800$	1.34	1.70

Table 8 – Blocs de béton cellulaire autoclavés

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 300$	0.10	(1)
$300 < \rho \leq 400$	0.13	(1)
$400 < \rho \leq 500$	0.16	(1)
$500 < \rho \leq 600$	0.20	0.32
$600 < \rho \leq 700$	0.22	0.36
$700 < \rho \leq 800$	0.26	0.42
$800 < \rho \leq 900$	0.29	0.48
$900 < \rho \leq 1000$	0.32	0.52

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est en règle générale pas recommandée.

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION PIERREUX SANS JOINTS (PAROIS PLEINES, PLANCHERS...)

Table 9 – Béton lourd normal*La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK*

Béton lourd normal	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Masse volumique ρ kg/m ³
Armé	1.70	2.20	2 400
Non armé	1.30	1.70	2 200

Table 10 – Béton léger en panneaux pleins ou en dalle (2) (béton d'argile expansé, béton cellulaire, béton de laitier, de vermiculite, de liège, de perlite, de polystyrène...)*La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK**Si des valeurs λ sont mentionnées dans les tables 3 à 8 pour ces produits, ces dernières seront utilisées.**Les valeurs ci-dessous ne sont alors pas d'application.*

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho < 350$	0.12	(1)
$350 \rho \leq < 400$	0.14	(1)
$400 \rho \leq < 450$	0.15	(1)
$450 \rho \leq < 500$	0.16	(1)
$500 \rho \leq < 550$	0.17	(1)
$550 \rho \leq < 600$	0.18	(1)
$600 \rho \leq < 650$	0.20	0.31
$650 \rho \leq < 700$	0.21	0.34
$700 \rho \leq < 750$	0.22	0.36
$750 \rho \leq < 800$	0.23	0.38
$800 \rho \leq < 850$	0.24	0.40
$850 \rho \leq < 900$	0.25	0.43
$900 \rho \leq < 950$	0.27	0.45
$950 \rho \leq < 1\ 000$	0.29	0.47
$1\ 000 \rho \leq < 1\ 100$	0.32	0.52
$1\ 100 \rho \leq < 1\ 200$	0.37	0.58

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est, en règle générale, pas recommandée.

(2) Dans le cas où les dalles ou les panneaux sont pourvus d'une armature parallèle au sens du flux thermique (ex. colliers, treillis d'armature), le transfert thermique sera pris en compte dans la détermination de la valeur U selon la prEN 10211.**Tableau A.11 – Plâtre avec ou sans granulats légers***La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK*

Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
$\rho \leq 800$	0.22	(1)
$800 < \rho \leq 1\ 100$	0.35	(1)
$1\ 100 < \rho$	0.52	(1)

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est, en règle générale, pas recommandée

ENDUITS

Table 12 – Enduits			
<i>La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK</i>			
Enduits	Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
Mortier de ciment	1 900	0.93	1.50
Mortier de chaux	1 600	0.70	1.20
Plâtre	1 300	0.52	(1)

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures, avec entre autre un risque d'humidification par la pluie, n'est en règle générale pas recommandée.

BOIS ET DÉRIVÉS DE BOIS

Table 13 – Bois et dérivés de bois				
Matériau	Masse volumique ρ kg/m ³	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Chaleur massique c J/kgK
Bois de charpente en bois feuillus durs et bois résineux	≤ 600	0.13	0.15	1880
	> 600	0.18	0.20	
Panneau de contreplaqué	≤ 400	0.09	0.11	1880
	$400 \leq \rho < 600$	0.13	0.15	
	$600 \leq \rho < 850$	0.17	0.20	
	≥ 850	0.24	0.28	
Panneau de particules ou d'aggloméré	< 450	0.10	(1)	1880
	$450 \leq \rho < 750$	0.14	(1)	
	≥ 750	0.18	(1)	
Panneau de fibres liées au ciment	1200	0.23	(1)	1470
Panneau d'OSB (oriented strand board)	650	0.13	(1)	1880
Panneau de fibres de bois (y compris MDF)	< 375	0.07	(1)	1880
	$375 \leq \rho < 500$	0.10	(1)	
	$500 \leq \rho < 700$	0.14	(1)	
	≥ 700	0.18	(1)	

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est en règle générale pas recommandée.

MATÉRIAUX D'ISOLATION THERMIQUE

Table 14 – Matériaux d'isolation thermique

Matériau d'isolation	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Chaleur massique c J/kgK
Liège (ICB)	0.050	(1)	1 560
Laine minérale (MW)	0.045	(1)	1 030
Polystyrène expansé (EPS)	0.045	(1)	1 450
Polyéthylène extrudé (PEF)	0.045	(1)	1 450
Mousse phénolique – revêtu (PF)	0.045 (2)	(1)	1 400
Polyuréthane – revêtu (PUR/PIR)	0.035	(1)	1 400
Polystyrène extrudé (XPS)	0.040	(1)	1 450
Verre cellulaire (CG)	0.055	(1)	1 000
Perlite (EPB)	0.060	(1)	900
Vermiculite	0.065	(1)	1 080
Vermiculite expansée (panneaux)	0.090	(1)	900

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est en règle générale pas recommandée.

(2) Pour les panneaux d'isolation revêtus en mousse de phénol à cellules fermées, cette valeur est ramenée à 0.030 W/mK

POINT D'ATTENTION

Depuis le 1^{er} juin 2012, il y a une distinction entre les isolants fabriqués en usine et ceux mis en oeuvre sur place. D'autre part, la valeur lambda par défaut de 4 isolants a été revue à la hausse ; la valeur de la laine minérale, du polystyrène expansé et du polyéthylène extrudé passe de 0,045 à 0,050 W/mK ; celle du polystyrène extrudé passe de 0,040 à 0,045 W/mK.

MATÉRIAUX DIVERS

Table 15 – Matériaux divers

Matériau	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Chaleur massique c J/kgK	Masse volumique ρ kg/m ³
Verre	1.00	1.00	750	2 500
Carreaux de terre cuite	0.81	1.00	1 000	1 700
Carreaux de grès	1.20	1.30	1 000	2 000
Caoutchouc	0.17	0.17	1 400	1 500
Linoléum, carreaux de PVC	0.19	-	1 400	1 200
Panneaux en ciment renforcé de fibres minérales naturelles	0.35	0.50	1 000	$1\,400 \leq \rho \leq 1\,900$
Asphalte coulé	0.70	0.70	1 000	2 100
Membrane bitumeuse	0.23	0.23	1 000	1 100

MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES COMPOSANTS DE FENÊTRES

Table 16 – Matériaux utilisés dans la fabrication de profilés et de fenêtres

Groupe de matériaux	Matériau	λ_u W/mK	Masse volumique ρ kg/m ³
Encadrement	Cuivre (cuivre rouge)	380	8900
	Aluminium (alliages)	160	2800
	Cuivre (cuivre jaune, laiton)	120	8400
	Acier	50	7800
	Acier inoxydable	17	7900
	PVC	0.17	1390
	Bois de feuillus	0.18	> 600
	Bois de résineux	0.13	≤ 600
	Fibre de verre (résine UP)	0.40	1900
Verre	Verre	1.00	2500
	PMMA (Poly-méthacrylate de méthyle)	0.18	1180
	Polycarbonate	0.20	1200
Coupure thermique	Polyamide (nylon)	0.25	1150
	Polyamide 6.6 - 25% de fibres de verre	0.30	1450
	Polyéthylène, HD	0.50	980
	Polyéthylène, LD	0.33	920
	Polypropylène, solide	0.22	910
	Polypropylène - 25% de fibres de verre	0.25	1200
	Polyuréthane (PUR), dur	0.25	1200
	Polychlorure de vinyle (PVC), dur	0.17	1390
Boureaux d'isolation	Néoprène (PCP)	0.23	1240
	EPDM	0.25	1150
	Silicone	0.35	1200
	Polychlorure de vinyle (PVC), souple	0.14	1200
	Mohair (polyester)	0.14	± 1000
	Mousse de caoutchouc	0.05	60 - 80
Mastics et matériaux d'isolation	Polyuréthane (PUR), dur	0.25	1200
	Butyle (isobuthène)	0.24	1200
	Polysulfide	0.40	1700
	Silicone	0.35	1200
	Polyisobutylène	0.20	930
	Résine polyester	0.19	1400
	Silica-gel (dessicant)	0.13	720
	Mousse de silicone, LD	0.12	750
	Mousse de silicone, MD	0.17	820

Table 17 - Résistance thermique et chaleur massique des matériaux non-homogènes

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Matériau		Épaisseur/hauteur des éléments cm	R_i m ² K/W
Maçonnerie en blocs creux de béton lourd ($\rho > 1\,200\text{ kg/m}^3$)		14	0.11
		19	0.14
		29	0.20
Maçonnerie en blocs creux de béton léger ($\rho \leq 1\,200\text{ kg/m}^3$)		14	0.30
		19	0.35
		29	0.45
Planchers bruts préfabriqués en éléments creux de terre cuite	1 creux dans le sens du flux	8	0.08
		12	0.11
	2 creux dans le sens du flux	12	0.13
		16	0.16
		20	0.19
Planchers bruts préfabriqués en béton lourd (avec éléments creux)		12	0.11
		16	0.13
		20	0.15
Plaques de plâtre entre deux couches de carton		< 1.4	0.05
		≥ 1.4	0.08

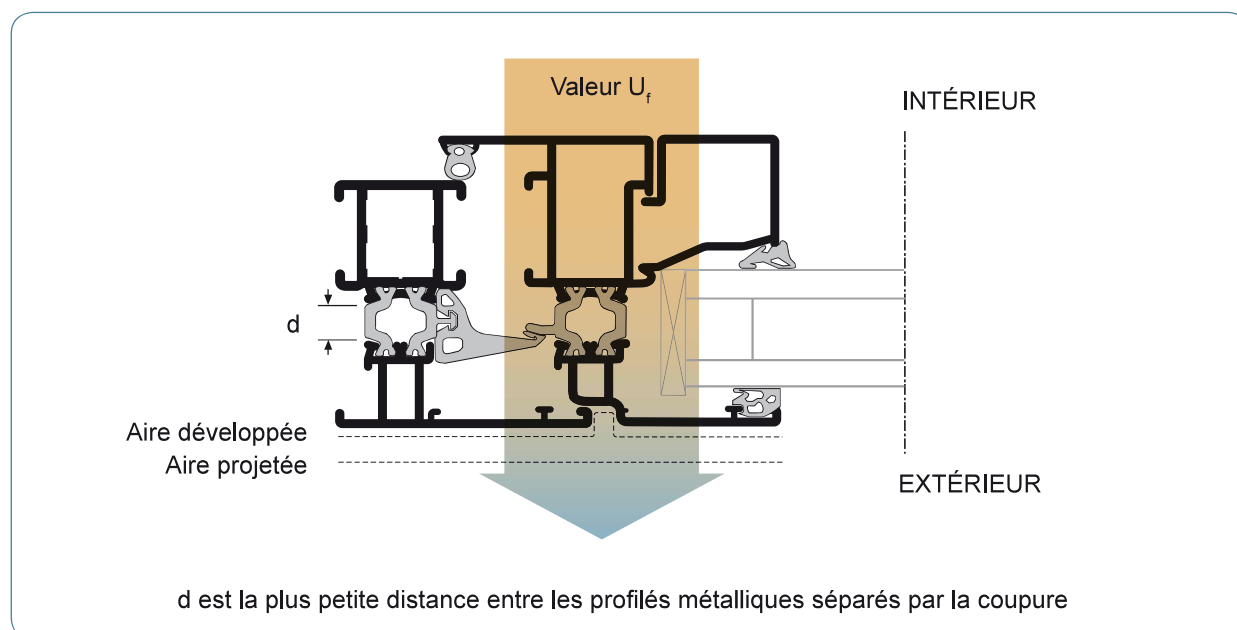
PROFILÉS D'ENCADREMENT MÉTALLIQUES AVEC COUPURE THERMIQUE

d mm	U_{fo} W/m ² K	U_f W/m ² K
8	3,56	4,51
10	3,36	4,19
12	3,18	3,91
14	3,08	3,76
16	2,96	3,59
18	2,85	3,43
20	2,75	3,28
22	2,70	3,21
24	2,60	3,07
26	2,58	3,04
28	2,55	3,00
30	2,53	2,97
32	2,52	2,96
34	2,51	2,95
36	2,50	2,93

Si le type de profilé n'est pas précisé, on choisit la **valeur par défaut $U_f = 3,36 \text{ W/m}^2\text{K}$** qui correspond à une plus petite distance $d = 10 \text{ mm}$.

U_{fo} est la valeur U_f du profilé d'encadrement si les aires projetées et développées du profilé sont égales tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Valeur U_f si l'aire projetée intérieure est supérieure ou égale à la moitié de l'aire développée intérieure.

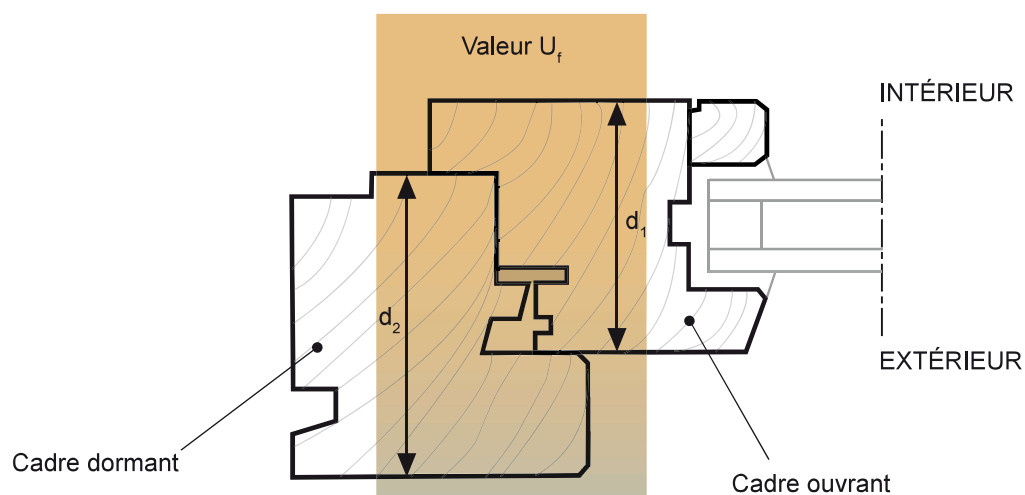


PROFILÉ D'ENCADREMENT MÉTALLIQUE SANS COUPURE THERMIQUE

la valeur par défaut est $U_f = 5,90 \text{ W/m}^2\text{K}$

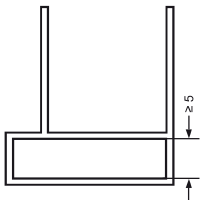
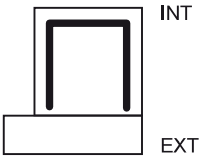
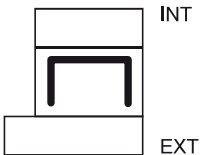
Épaisseur (d_f) du profilé d'encadrement mm	U_f W/m ² K	
	Bois de feuillus $\lambda = 0,18$ W/mK	Bois de résineux $\lambda = 0,13$ W/mK
50	2,36	2,00
60	2,20	1,93
70	2,08	1,78
80	1,96	1,67
90	1,86	1,58
100	1,75	1,48
110	1,68	1,40
120	1,58	1,32
130	1,50	1,25
140	1,40	1,18
150	1,34	1,12

Si le type de profilé en bois n'est pas précisé, on choisit **la valeur par défaut $U_f = 2,36$ W/m²K** qui correspond à un profilé d'encadrement de bois feuillus ayant une épaisseur de 50 mm.

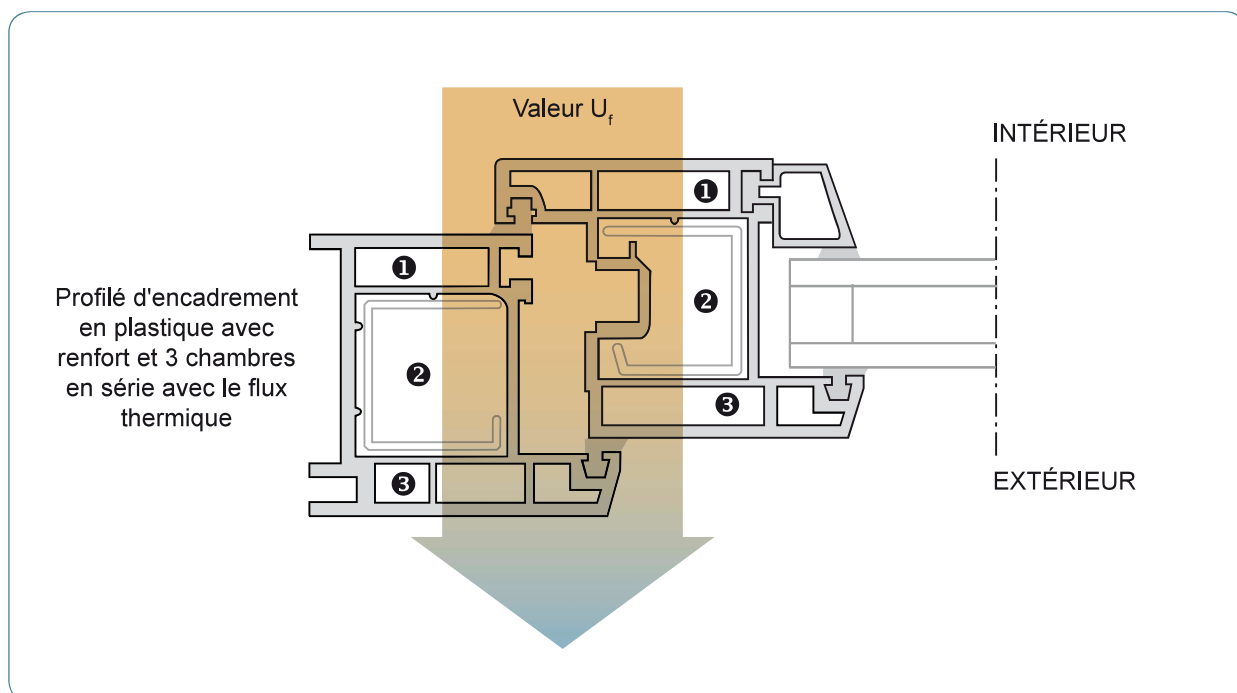


L'épaisseur d_f du profilé est la moyenne des épaisseurs des cadres ouvrant et dormant

$$d_f = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ [mm]}$$

Matériau et type de profilé d'encadrement		U_f W/m ² K
Profilé d'encadrement PVC minimum 5 mm entre les parois des chambres (1) 	2 chambres (en série avec le flux thermique) avec ou sans renfort 	2,20 Prendre cette valeur par défaut pour un profilé PVC si le nombre de chambre est inconnu
	3 chambres (en série avec le flux thermique) avec ou sans renfort 	2,00
	4 chambres (en série avec le flux thermique) avec ou sans renfort	1,80
	5 chambres (en série avec le flux thermique) avec ou sans renfort	1,60
Profilé d'encadrement PUR	Avec noyau métallique et minimum de 5 mm de PUR	2,80 Prendre cette valeur par défaut si le matériau n'est pas précisé

(1) Pour les distances inférieures à 5 mm, la valeur U_f est calculée ou mesurée sur base d'une méthode spécifique.



La valeur Ψ_g par défaut d'un intercalaire peut se référer, au choix, à l'un ou l'autre des tableaux ci-après.

VARIANTE 1

Ψ_g W/mK		Vitrage multiple			
		Vitrage sans coating (*)		Vitrage avec coating (*)	
		Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant	Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant
Type d'encadrement	Bois ou PVC	0,06	0,05	0,08	0,06
	Métal avec coupure thermique	0,08	0,06	0,11	0,08
	Métal sans coupure thermique	0,02	0,01	0,05	0,04

(*) couche réfléchissante par exemple

VARIANTE 2

Ψ_g W/mK		Simple vitrage	Vitrage multiple			
			$U_g > 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$		$U_g \leq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	
			Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant	Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant
Type d'encadrement	$U_f \geq 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	0	0,02	0,01	0,05	0,04
	$U_f < 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	0	0,06	0,05	0,11	0,07

Correspond
à un encadrement métallique
sans rupture thermique

Pour du simple vitrage,
on prend $\Psi_g = 0$

Valeurs Ψ_g par défaut
si le vitrage respecte
l'exigence
 $U_g < U_{\max} \text{ vitrage}$
 $= 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

