

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

Concernant des fenêtres et portes-fenêtres coulissantes

Gamme TH2000

Version 1

Ce rapport d'étude thermique atteste uniquement des caractéristiques de l'objet soumis aux calculs et ne préjuge pas des caractéristiques de produits similaires. Il ne constitue pas une certification de produits au sens des articles L115-27 à L115-33 et R115-1 à R115-3 du code de la consommation.

Seul le rapport électronique signé avec un certificat numérique valide fait foi en cas de litige. Ce rapport électronique est conservé au CSTB pendant une durée minimale de 10 ans. La reproduction de ce rapport électronique n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 21 pages dont 7 pages d'annexe.

A LA DEMANDE DE : **Alu Design System SLU**
Pani 186 B
17487 Castello d'Empures
Espagne

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 47 – bvqualite@cstb.fr – www.cstb.fr

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

OBJET

L'objet de cette étude est de calculer les coefficients de transmission thermique U_f de menuiserie et U_w de fenêtre et porte-fenêtre d'une part, les facteurs de transmission solaires S_w et lumineuses TL_w d'autre part.

Les profilés et les fichiers de calculs correspondants nous ont été transmis par la société Alu Design System SLU et sont reproduits en annexe à la fin de ce rapport.

Ce rapport ne traite que de la performance thermique des produits et ne préjuge en rien de leur aptitude à l'emploi.

TEXTES DE REFERENCE

- NF EN ISO 10077-1 (Juillet 2017) : Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 1 : Généralités
- NF EN ISO 10077-2 (Juillet 2017) : Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 2 : Méthode numérique pour les encadrements
- Norme XP P50-777.

IDENTIFICATION DU CORPS D'EPREUVE

- | | |
|--|--|
| • Dénomination commerciale | Gamme TH2000 |
| • Numéro d'affaire | 20-014 (26086689) |
| • Logiciel utilisé | BISCO v11.w |
| • Méthode de traitement des cavités
6.4.2 de la NF EN ISO 10077-2 | Méthode de la radiosité selon paragraphe |
| • Date de l'étude | 5 juin 2020 |
| • Personnes ayant réalisée les calculs | Aurélié DELAIRE (DBV) |

Fait à Marne-la-Vallée, le 5 juin 2020

Le rédacteur du rapport de calcul



Signature
numérique de
AURELIE DELAIRE
Date : 2020.06.05
10:49:54 +02'00'

Aurélié DELAIRE

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

1. DESCRIPTION SUCCINCTE _____

Une description de l'ensemble des profilés est représentée en annexe 1.

2. METHODOLOGIE _____

2.1. Principe

Le calcul est réalisé par modélisation numérique en bidimensionnel et consiste à évaluer les flux de chaleur transmise à travers les fenêtres et les portes-fenêtres de l'ambiance intérieure vers l'extérieure et déterminer ensuite les coefficients de transmission thermique U .

2.2. Justification du coefficient de transmission thermique du vitrage U_g

Le présent rapport fournit des calculs de coefficients de transmission thermique U_w pour des coefficients de transmission thermique de vitrage U_g tabulés.

L'utilisation des valeurs U_w présentées dans ce rapport nécessite la justification des coefficients de transmission thermique des vitrages U_g selon les règles suivantes :

- Règlement ACOTHERM - Paragraphe 2.21 Vitrages isolants pour toute utilisation des coefficients U_w dans le cadre de la marque ACOTHERM;
- NF EN 673 - Détermination du coefficient de transmission thermique, U - Méthode de calcul (Avril 2004) pour toute autre utilisation des coefficients U_w .

2.3. Hypothèses

2.3.1. Géométrie (voir annexes)

Les dimensions conventionnelles retenues correspondent à des dimensions hors tout et sont données pour chaque cas dans le tableau suivant :

Menuiseries	Dimensions (H x L) en m
Fenêtre 2 vantaux	1,48 x 1,53
Porte-fenêtre 2 vantaux	2,18 x 2,35

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

2.3.2. Matériaux

Matériau	Conductivité thermique W/(m.K)	Source
Garniture en EPDM	0,25	Th-U Fascicule 2/5 Edition 2017
Verre	1	
Isolant	0,035	
Aluminium	160	
PVC	0,17	
Tamis moléculaire	0,10	
Polysulfure	0,40	
PA 6.6 25% fibre de verre	0,30	
Polypropylène solide	0,22	
Joint brosse	0,14	
SWISSPACER ULTIMATE $h_{eq} = 6,5 \text{ mm}$	0,30 ^(*)	
TGI SPACER $h_{eq} = 6,9 \text{ mm}$	0,30 ^(*)	DTA 6/16-2302_V2 (espaceur de vitrage TGI SPACER)

(*) : Conductivité thermique équivalente de l'espaceur incluant le butyl, le profilé espaceur et le tamis moléculaire.

2.3.3. Traitement du dos de dormant (paragraphe 6.3.4 de la norme NF EN ISO 10077-2)

Pour toutes les menuiseries, hormis les galandages côté refoulement, la cavité en dos de dormant est remplacée par une condition adiabatique le long de son interface avec la menuiserie, afin de tenir compte de la présence en général d'un isolant thermique au droit du dormant. En effet, le paragraphe 6.3.4 de la NF EN ISO 10077-2 prévoit que les plans de coupe dans l'élément de remplissage et à l'interface avec tout matériau adjacent à l'encadrement doivent être pris comme adiabatique.

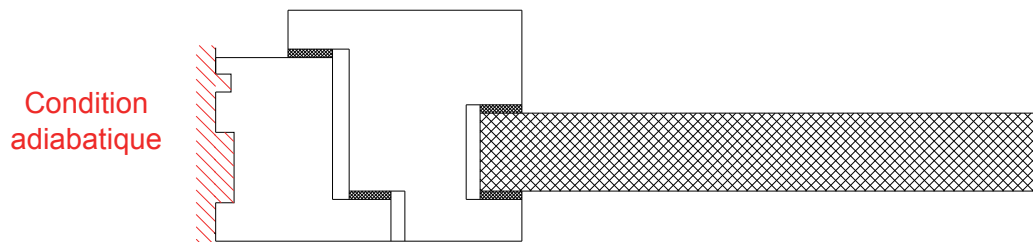


Figure 1 : Traitement du dos de dormant

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

2.3.4. Emissivité courantes des surfaces métalliques

Le tableau D3 de la norme NF EN ISO 10077-2 fournit des valeurs d'émissivité courantes des surfaces métalliques :

Description	Émissivité normale ϵ_n
Surface aluminium non traitée ^(*)	0,1
Surface métallique (y compris galvanisée)	0,3
Surface traitée anodisée, peinte ou poudrée	0,9

(*) : une surface non traitée est une surface qui n'a pas subi de traitement artificiel (par exemple anodisation, galvanisation, peinture,...).

Ainsi, dans le cas de profilés aluminium à rupture de pont thermique **LAQUES OU ANODISES APRES BARRETTAGE**, l'émissivité ϵ_n des deux parois aluminium **restées brutes** situées entre les barrettes est prise égale à 0,1.

2.3.5. Conditions aux limites

Intérieur	Extérieur
$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ valeur normale	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
$R_{si} = 0,20 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ valeur augmentée	$T_e = 0^\circ\text{C}$
$T_i = 20^\circ\text{C}$	

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

2.4. Formules

2.4.1. Calcul du coefficient U_w

Le calcul du coefficient U_w d'une fenêtre est réalisé selon la formule :

$$U_w = \frac{U_g \times A_g + U_f \times A_f + I_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

avec :

- U_g : coefficient surfacique de transmission thermique de la partie vitrée en $W/(m^2.K)$,
- U_f : coefficient surfacique moyen de la menuiserie (ouvrant+dormant) en $W/(m^2.K)$ calculé selon la formule suivante :

$$U_f = \frac{\sum U_{fi} \times A_{fi}}{A_f}$$

- U_{fi} : coefficient surfacique du montant ou de la traverse numéro i en $W/(m^2.K)$. Ces coefficients sont calculés par une méthode numérique aux éléments finis. Les coupes des différents profilés correspondants sont données en annexes.
- A_{fi} : surface du montant ou de la traverse numéro i . La largeur des montants latéraux est supposée prolongée sur toute la hauteur de la fenêtre.
- ψ_g : coefficient de transmission thermique linéique en $W/(m.K)$ dû à l'effet thermique entre le vitrage et la menuiserie,
- A_g : la plus petite surface de vitrage vue des deux côtés intérieur et extérieur de la paroi,
- A_f : la plus grande surface de la menuiserie vue des deux côtés intérieur et extérieur de la paroi,
- I_g : le plus grand périmètre du vitrage vu des deux côtés intérieur et extérieur de la paroi.

2.4.2. Calcul du coefficient de facteur solaire S_w

Le facteur solaire S_w de la fenêtre est déterminé selon la norme XP P50-777, selon la formule suivante :

$$S_w = S_{w1} + S_{w2} + S_{w3} \text{ (sans protection mobile)}$$

où :

- S_{w1} est la composante de transmission solaire directe

$$S_{w1} = \frac{A_g}{A_p + A_f + A_g} \times S_{g1}$$

- S_{w2} est la composante de réémission thermique vers l'intérieur

$$S_{w2} = \frac{A_p S_p + A_f S_f + A_g S_{g2}}{A_p + A_f + A_g}$$

- S_{w3} est le facteur de ventilation :

$$S_{w3} = 0$$

où :

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

- A_g est la surface de vitrage la plus petite vue des deux côtés, intérieur et extérieur (m^2)
- A_p est la surface de paroi opaque la plus petite vue des deux côtés, intérieur et extérieur (m^2)
- A_f est la surface de la menuiserie la plus grande vue des deux côtés, intérieur et extérieur (m^2)
- S_{g1} est le facteur de transmission directe solaire du vitrage sans protection mobile (désigné par t_e dans les normes NF EN ISO 52022-3 ou NF EN 410)
- S_{g2} est le facteur de réémission thermique vers l'intérieur (désigné par q_i dans les normes NF EN ISO 52022-3 ou NF EN 410)
- S_f est le facteur de transmission solaire cadre, avec

$$S_f = \frac{\alpha_f \times U_f}{h_e}$$

où:

- α_f facteur d'absorption solaire du cadre (voir tableau à la suite)
 - U_f coefficient de transmission thermique surfacique moyen du cadre, selon NF EN ISO 10077-2 ($W/(m^2.K)$)
 - h_e coefficient d'échanges superficiels, pris égal à $25 W/(m^2.K)$
- S_p est le facteur de transmission solaire de la paroi opaque, avec

$$S_p = \frac{\alpha_p \times U_p}{h_e}$$

où:

- α_p facteur d'absorption solaire de la paroi opaque (voir tableau à la suite)
- U_p coefficient de transmission thermique de la paroi opaque, selon NF EN ISO 6946 ($W/m^2.K$)
- h_e coefficient d'échanges superficiels, pris égal à $25 W/(m^2.K)$

Le facteur d'absorption solaire α_f ou α_p est donné par le tableau ci-dessous :

Couleur		Valeur forfaitaire de α^*
Claire	Blanc, jaune, orange, rouge clair	0,4
Moyenne	Rouge sombre, vert clair, bleu clair	0,6
Sombre	Brun, vert sombre, bleu vif	0,8
Noire	Noir, brun sombre, bleu sombre	1,0
*ou valeur mesurée avec un minimum de 0,4.		

Pour une fenêtre sans protection mobile ou avec protection mobile en position relevée et sans paroi opaque, et si on considère σ le rapport de la surface de vitrage à la surface totale de la fenêtre :

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

$$\sigma = \frac{A_g}{A_f + A_g}, \text{ on obtient alors :}$$

$$S_{w1} = \sigma \times S_{g1}$$

$$S_{w2} = \sigma \times S_{g2} + (1 - \sigma) \times S_f$$

donc : $S_w = \sigma \times S_g + (1 - \sigma) \times S_f$

2.4.3. Calcul du coefficient de transmission lumineuse global TL_w

Le facteur de transmission lumineuse global TL_w de la fenêtre est déterminé selon la norme XP P50-777, selon la formule suivante :

$$TL_w = \frac{A_g}{A_p + A_f + A_g} \times TL_g \text{ (sans protection mobile)}$$

où :

- A_g est la surface de vitrage la plus petite vue des deux côtés, intérieur et extérieur (m^2)
- A_p est la surface de paroi opaque la plus petite vue des deux côtés, intérieur et extérieur (m^2)
- A_f est la surface de la menuiserie la plus grande vue des deux côtés, intérieur et extérieur (m^2)
- TL_g est le facteur de transmission lumineuse du vitrage (désigné t_v par dans la norme NF EN 410)

Si la fenêtre n'a pas de paroi opaque, et si on considère σ le rapport de la surface de vitrage à la surface

totale de la fenêtre, avec : $\sigma = \frac{A_g}{A_f + A_g}$ on obtient alors :

$$TL_w = \sigma \times TL_g$$

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

3. RESULTATS

3.1. Coefficients U_f de transmission thermique des éléments de menuiserie

Calculs réalisés sur un panneau de 28 mm d'épaisseur.

Ces calculs ne sont valables que pour des profilés dont le laquage a été réalisé après le sertissage des profilés.

Noeud	Position de l'ouvrant	Dormant	Ouvrant	Largeur de l'élément (m)	U_{fi} élément $W/(m^2.K)$
Montant latéral	Extérieur	2000-70+2560+2730	2400	0,117	3,0
	Intérieur				3,1
Chicane pour fenêtre 2 vantaux	--	--	2500-2500	0,042	3,5
Chicane pour porte-fenêtre 2 vantaux	--	--	2500-2510	0,042	3,6
Traverse basse	Extérieur	2000-70+2660+2730	2530	0,113	3,9
	Intérieur				3,9
Traverse haute	Extérieur	2000-70+2730	2530	0,113	3,8
	Intérieur				3,9

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

3.2. Valeurs calculées du coefficient ψ_g d'intercalaire

Des valeurs calculées du coefficient de transmission thermique linéique ψ_g dû à l'effet thermique entre le double vitrage et le profilé, sont données dans le tableau suivant.

Calculs réalisés sur un vitrage de 28 mm d'épaisseur de composition 4/20/4 mais extrapolables à d'autres compositions de double vitrage.

Type d'intercalaire	Profilés	U_g en $W/(m^2.K)$							
		1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,6
ψ_g (W/(m.K)) Aluminium	ML ^{EXT}	0,082	0,080	0,078	0,075	0,071	0,068	0,064	0,054
	ML ^{INT}	0,092	0,090	0,088	0,085	0,082	0,079	0,076	0,066
	MC F2V	0,079	0,077	0,075	0,071	0,068	0,064	0,060	0,049
	MC PF2V	0,081	0,079	0,077	0,073	0,070	0,066	0,062	0,051
	TB ^{EXT}	0,093	0,092	0,090	0,087	0,083	0,080	0,077	0,067
	TB ^{INT}	0,100	0,100	0,098	0,095	0,092	0,088	0,085	0,076
	TH ^{EXT}	0,093	0,092	0,090	0,087	0,083	0,080	0,076	0,066
	TH ^{INT}	0,100	0,099	0,097	0,094	0,091	0,088	0,084	0,075
ψ_g (W/(m.K)) TGI SPACER	ML ^{EXT}	0,035	0,034	0,033	0,031	0,029	0,028	0,026	0,020
	ML ^{INT}	0,037	0,036	0,036	0,034	0,033	0,031	0,030	0,026
	MC F2V	0,046	0,045	0,044	0,041	0,039	0,036	0,034	0,026
	MC PF2V	0,047	0,046	0,045	0,042	0,040	0,038	0,035	0,028
	TB ^{EXT}	0,037	0,036	0,035	0,034	0,032	0,030	0,028	0,023
	TB ^{INT}	0,038	0,038	0,037	0,035	0,034	0,033	0,031	0,027
	TH ^{EXT}	0,037	0,036	0,035	0,033	0,032	0,030	0,028	0,023
	TH ^{INT}	0,038	0,037	0,037	0,035	0,034	0,032	0,031	0,027
ψ_g (W/(m.K)) SGG SWISSPACER ULTIMATE	ML ^{EXT}	0,027	0,027	0,026	0,024	0,022	0,021	0,019	0,014
	ML ^{INT}	0,028	0,027	0,027	0,026	0,024	0,023	0,022	0,019
	MC F2V	0,040	0,039	0,038	0,036	0,033	0,031	0,029	0,023
	MC PF2V	0,041	0,040	0,039	0,037	0,035	0,033	0,031	0,024
	TB ^{EXT}	0,028	0,027	0,027	0,025	0,024	0,022	0,021	0,017
	TB ^{INT}	0,028	0,028	0,027	0,026	0,025	0,024	0,023	0,020
	TH ^{EXT}	0,028	0,027	0,026	0,025	0,024	0,022	0,021	0,017
	TH ^{INT}	0,028	0,028	0,027	0,026	0,025	0,024	0,023	0,020

ML : Montant latéral Dormant 2000-70+2560+2730 – Ouvrant 2400

MC F2V : Chicane Ouvrant 2500-2500

MC PF2V : Chicane Ouvrant 2500-2510

TB : Traverse basse Dormant 2000-70+2660+2730 – Ouvrant 2530

TH : Traverse haute Dormant 2000-70+2730 – Ouvrant 2530

La valeur par défaut du ψ_g pour les espaceurs Warm-Edge selon la NF EN ISO 10077-2 est de 0,080 W/(m.K) pour les profilés aluminium à rupture de pont thermique.

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

3.3. Coefficients de transmission thermique U_w

Ces calculs ne sont valables que pour des profilés dont le laquage a été réalisé après le sertissage des profilés.

U_g W/(m ² .K)	U_f W/(m ² .K)	U_w en W/(m ² .K)			
		Espaceur de vitrage			
		Aluminium	NF EN ISO 10077-1	TGI SPACER	SGG SWISSPACER ULTIMATE
Fenêtre 2 vantaux		1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)			
Montants latéraux : Montant latéral Dormant 2000-70+2560+2730 – Ouvrant 2400 Traverses basses : Traverse basse Dormant 2000-70+2660+2730– Ouvrant 2530 Traverses hautes : Traverse haute Dormant 2000-70+2730 – Ouvrant 2530 Chicane : Ouvrant 2500-2500					
A_g 1,5725 m ² A_f 0,6919 m ² l_g 7,5240 m σ 0,69					
1,0	3,4	2,0	2,0	1,9	1,8
1,1		2,1	2,1	1,9	1,9
1,2		2,2	2,1	2,0	2,0
1,4		2,3	2,3	2,1	2,1
1,6		2,4	2,4	2,3	2,2
1,8		2,5	2,6	2,4	2,4
2,0		2,7	2,7	2,5	2,5
2,6		3,1	3,1	2,9	2,9
Porte Fenêtre 2 vantaux		2,18 m x 2,35 m (HxL) (hors-tout)			
Montants latéraux : Montant latéral Dormant 2000-70+2560+2730 – Ouvrant 2400 Traverses basses : Traverse basse Dormant 2000-70+2660+2730– Ouvrant 2530 Traverses hautes : Traverse haute Dormant 2000-70+2730 – Ouvrant 2530 Chicane : Ouvrant 2500-2510					
A_g 4,0526 m ² A_f 1,0704 m ² l_g 11,9640 m σ 0,79					
1,0	3,5	1,7	1,7	1,6	1,6
1,1		1,8	1,8	1,7	1,7
1,2		1,9	1,9	1,8	1,7
1,4		2,0	2,0	1,9	1,9
1,6		2,2	2,2	2,1	2,1
1,8		2,3	2,3	2,2	2,2
2,0		2,5	2,5	2,4	2,4
2,6		2,9	3,0	2,8	2,8

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

3.4. Coefficients de facteurs solaires S_w^c et S_w^E

3.4.1. Coefficients S_{w1}^c et S_{w1}^E

Fenêtre 2 vantaux 1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)	
A_g 1,5725 m ²	
A_f 0,6919 m ²	
l_g 7,5240 m	
σ 0,69	
0,40	0,28
0,50	0,35
0,60	0,42
0,70	0,49
Porte Fenêtre 2 vantaux 2,18 m x 2,35 m (HxL) (hors-tout)	
A_g 4,0526 m ²	
A_f 1,0704 m ²	
l_g 11,9640 m	
σ 0,79	
0,40	0,32
0,50	0,40
0,60	0,47
0,70	0,55

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

3.4.2. Coefficients S_{w2}^c et S_{w2}^E

Facteur solaire du vitrage S_{g2}	Facteur solaire de la fenêtre S_{w2}^c ou S_{w2}^E			
Fenêtre 2 vantaux	1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)			
A_g	1,5725 m ²			
A_f	0,6919 m ²			
l_g	7,5240 m			
σ	0,69			
Uf menuiserie	3,4 W/(m ² .K)			
	Valeur forfaitaire de α (menuiserie)			
	0,4	0,6	0,8	1,0
0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
0,05	0,05	0,06	0,07	0,08
0,08	0,07	0,08	0,09	0,10
Porte-fenêtre 2 vantaux	2,18 m x 2,35 m (H x L) (hors-tout)			
A_g	4,0526 m ²			
A_f	1,0704 m ²			
l_g	11,9640 m			
σ	0,79			
Uf menuiserie	3,5 W/(m ² .K)			
	Valeur forfaitaire de α (menuiserie)			
	0,4	0,6	0,8	1,0
0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
0,08	0,07	0,08	0,09	0,09

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

3.5. Coefficients Transmission lumineuse TL_w

Coefficient de transmission lumineuse du vitrage TL_g	Coefficient de transmission lumineuse de la fenêtre TL_w
Fenêtre 2 vantaux 1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)	
	A_g 1,5725 m ²
	A_f 0,6919 m ²
	l_g 7,5240 m
	σ 0,69
0,30	0,21
0,40	0,28
0,50	0,35
0,60	0,42
0,70	0,49
0,80	0,56
Porte-fenêtre 2 vantaux 2,18 m x 2,35 m (H x L) (hors-tout)	
	A_g 4,0526 m ²
	A_f 1,0704 m ²
	l_g 11,9640 m
	σ 0,79
0,30	0,24
0,40	0,32
0,50	0,40
0,60	0,47
0,70	0,55
0,80	0,63

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

ANNEXES

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

ANNEXE 1 : PLANS DES PROFILES ETUDIES

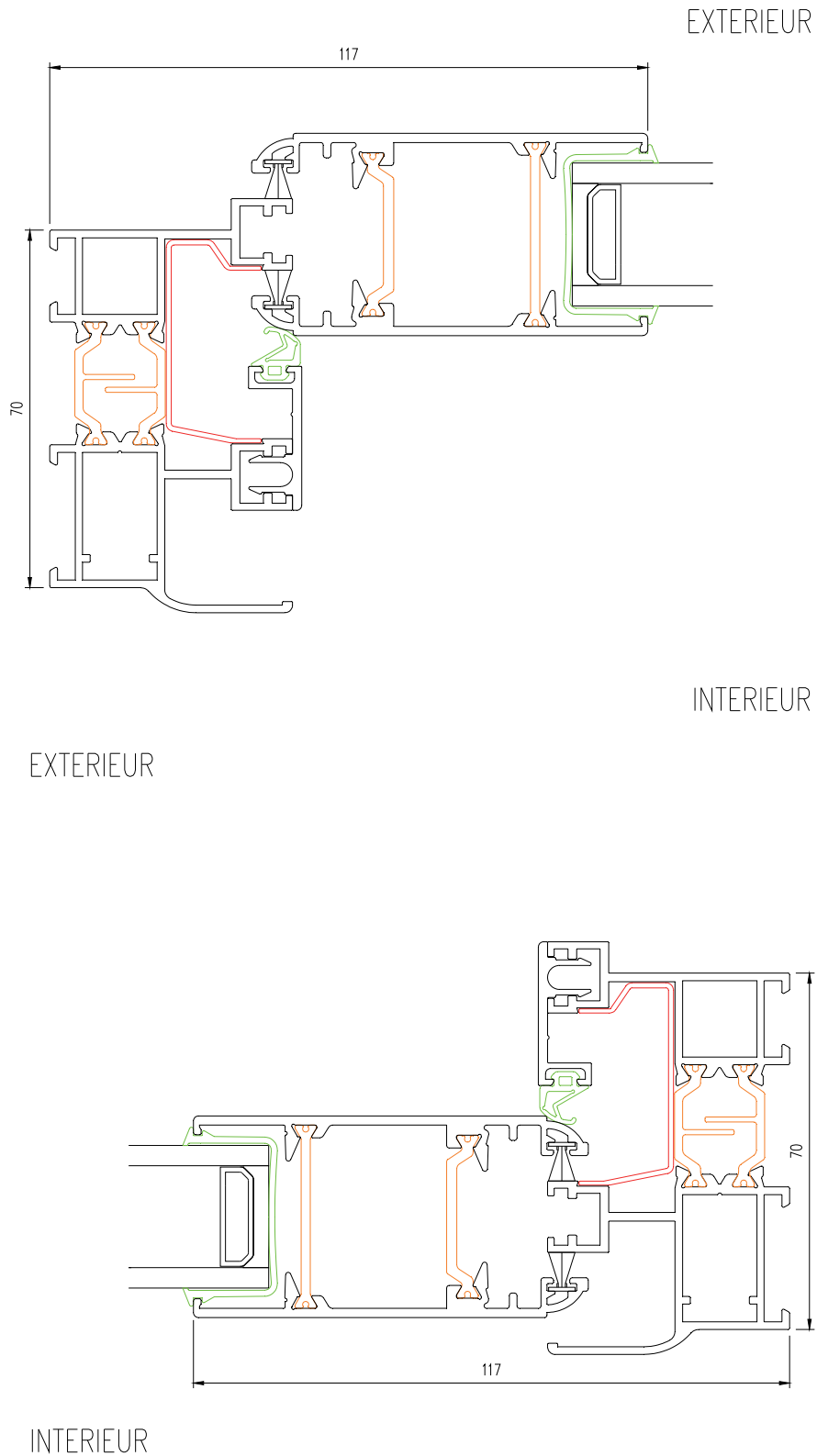
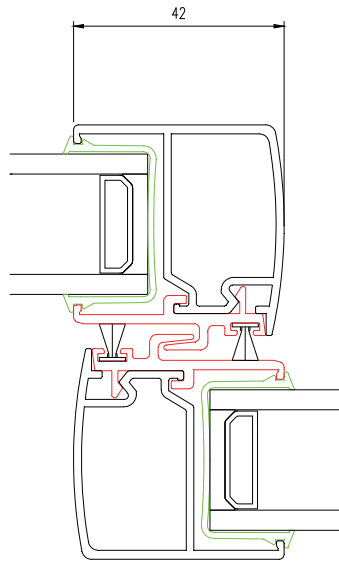


Figure 2 : Montants latéraux - Dormant 2000-70+2560+2730 – Ouvrant 2400

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

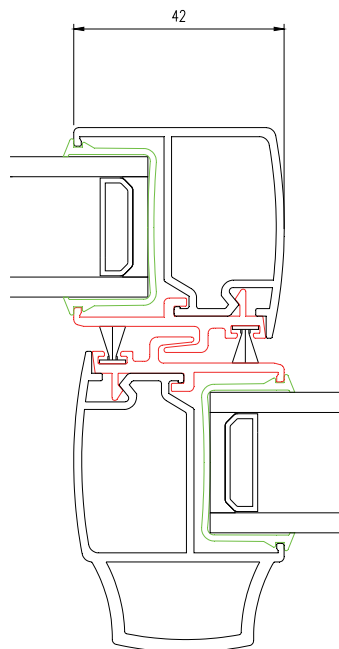
EXTERIEUR



INTERIEUR

Figure 3 : Chicane Fenêtre deux vantaux – Ouvrants 2500-2500

EXTERIEUR



INTERIEUR

Figure 4 : Chicane Porte-Fenêtre deux vantaux – Ouvrants 2500-2510

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

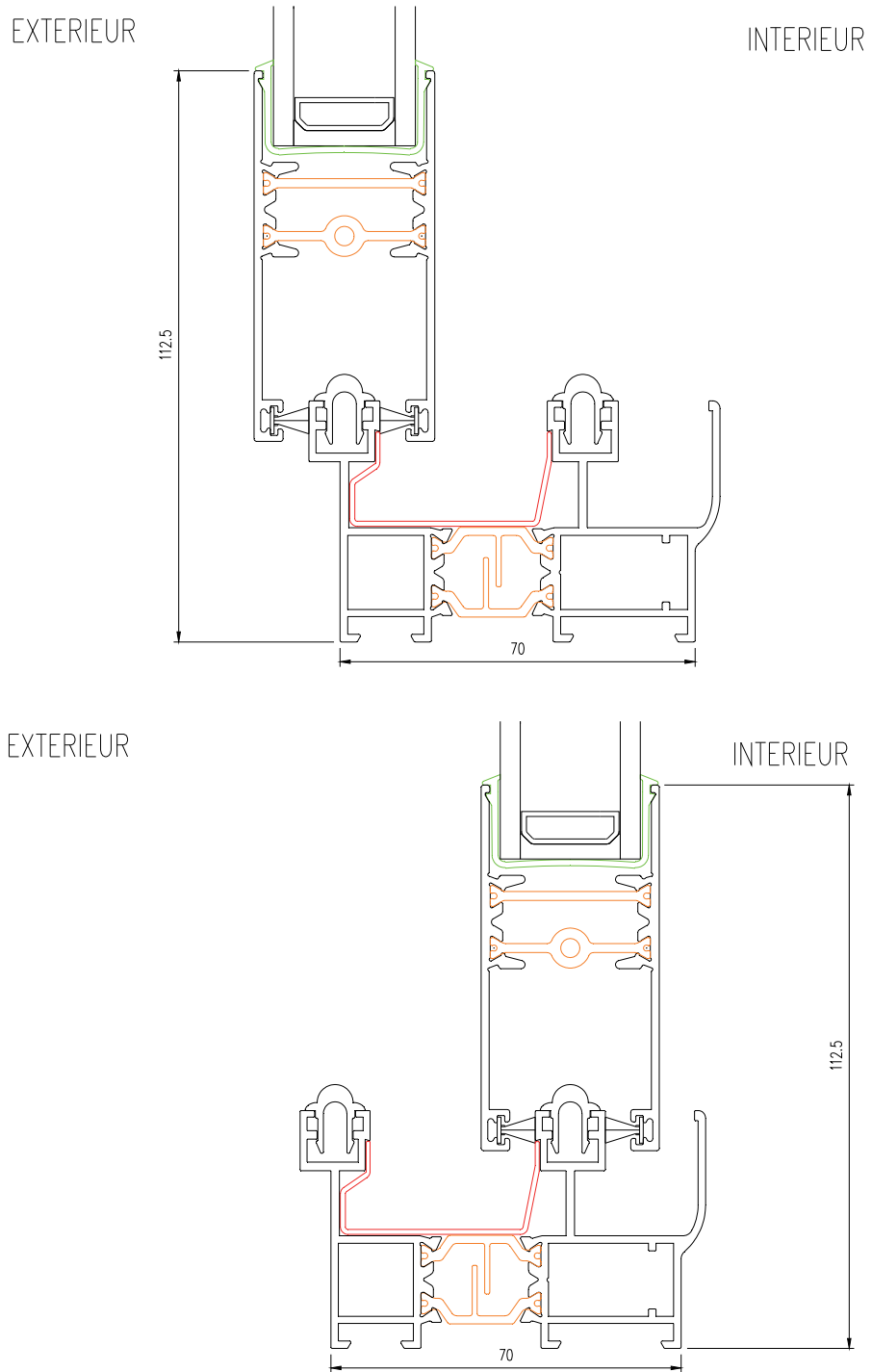


Figure 5 : Traverses basses - Dormant 2000-70+2660+2730 – Ouvrant 2530

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

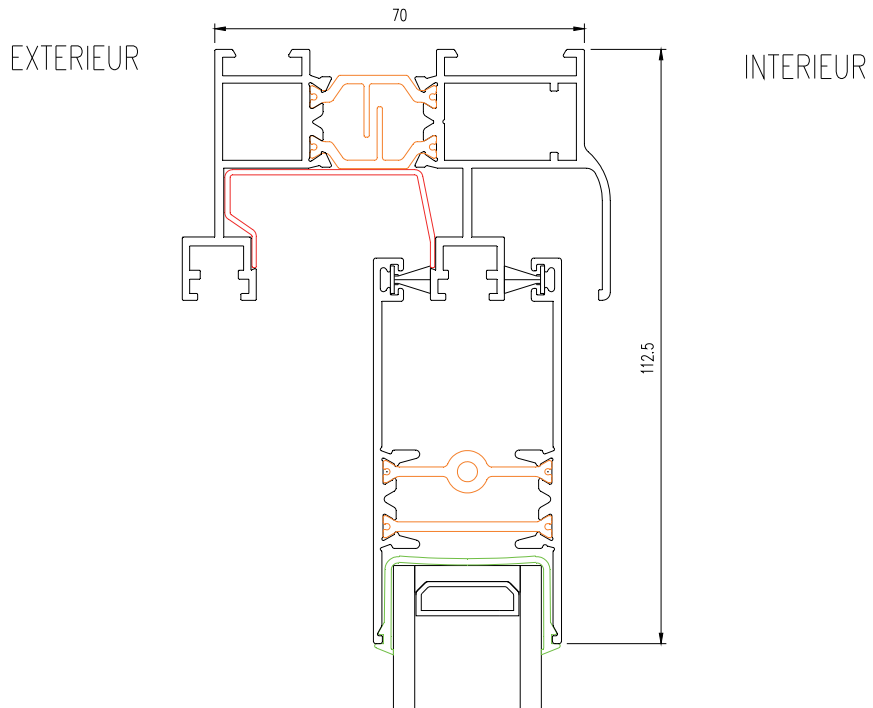
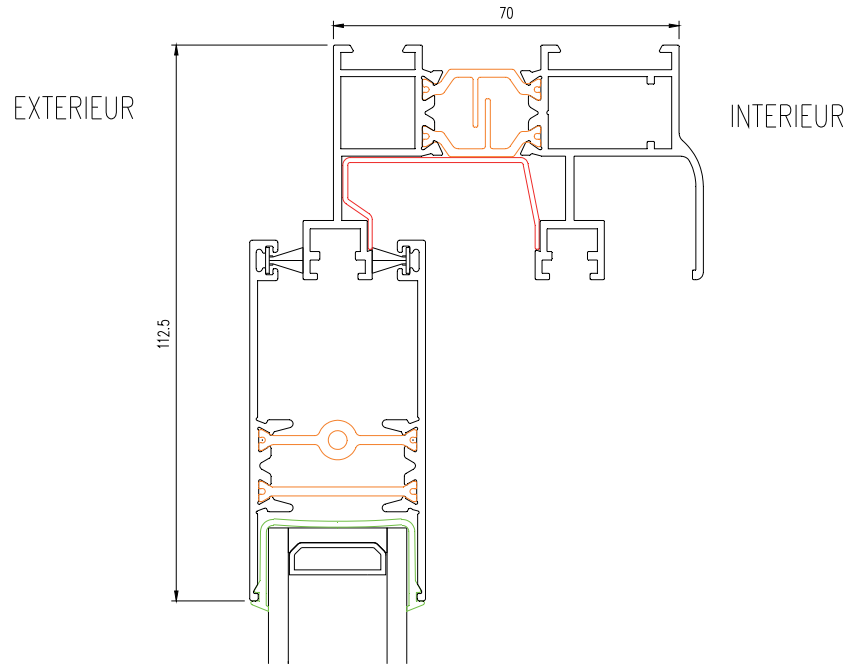


Figure 6 : Traverses hautes - Dormant 2000-70+2730 – Ouvrant 2530

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

ANNEXE 2 : MODELISATIONS
Légende

	Isolant 0,035 W/(m.K)		EPDM 0,25 W/(m.K)		Polyamide 6.6 avec fibres de verre 25% 0,30 W/(m.K)		PVC 0,17 W/(m.K)
	Polypropylène 0,22 W/(m.K)		Aluminium 160 W/(m.K)		Joint brosse 0,14 W/(m.K)		

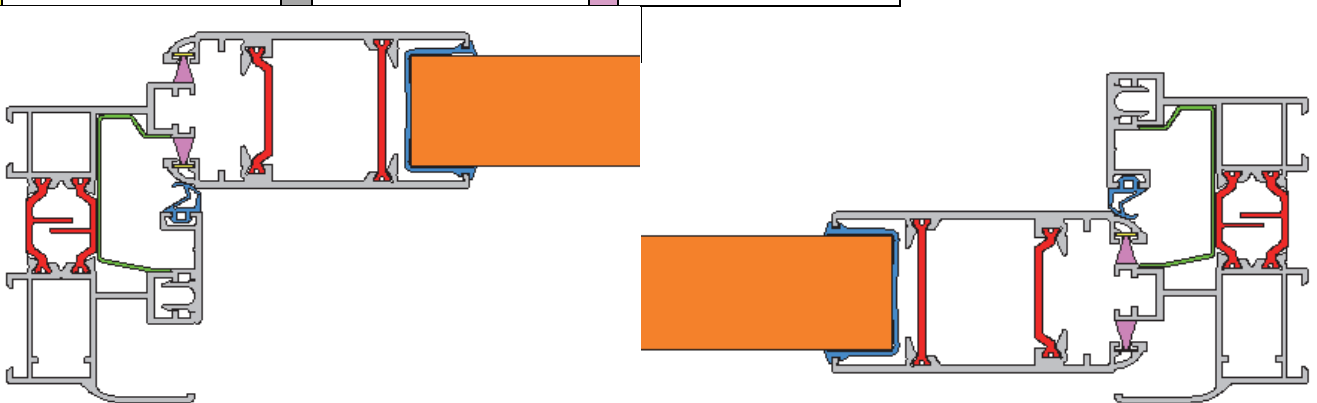


Figure 7 : Montants latéraux - Dormant 2000-70+2560+2730 – Ouvrant 2400

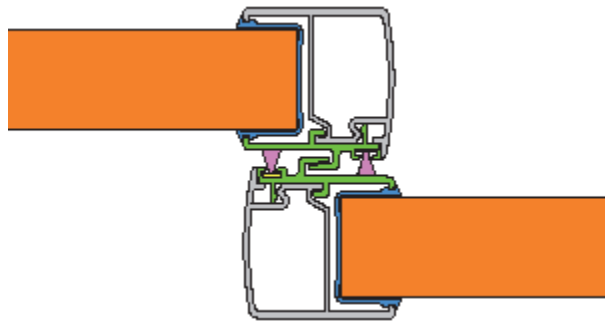


Figure 8 : Chicane Fenêtre deux vantaux – Ouvrants 2500-2500

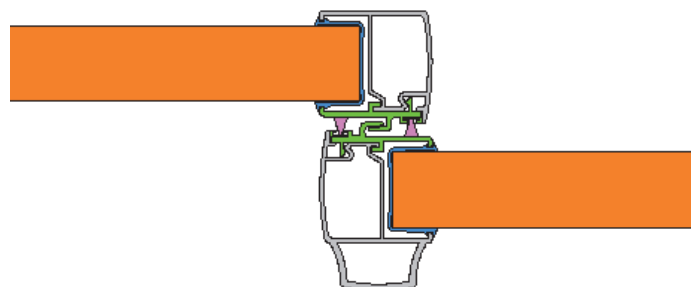


Figure 9 : Chicane Porte-Fenêtre deux vantaux – Ouvrants 2500-2510

Rapport d'étude thermique n°BV20-0631

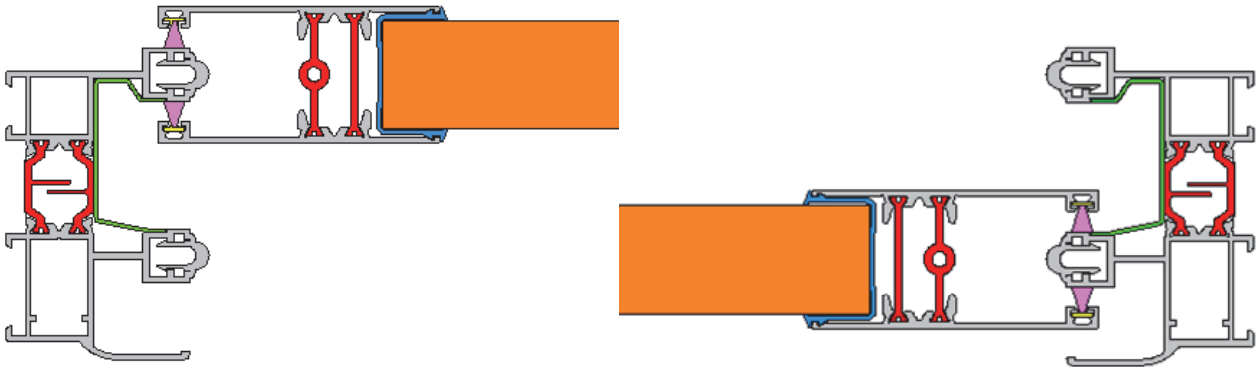


Figure 10 : Traverses basses - Dormant 2000-70+2660+2730 – Ouvrant 2530

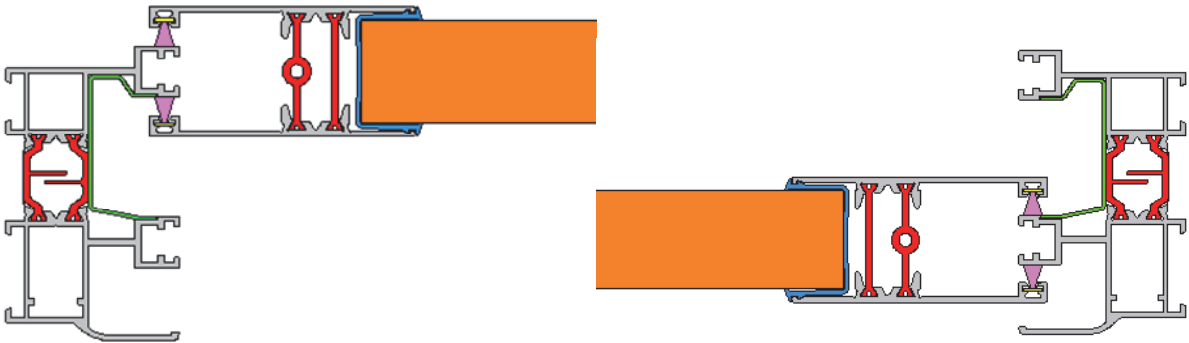


Figure 11 : Traverses hautes - Dormant 2000-70+2730 – Ouvrant 2530

FIN DE RAPPORT