

BAIES ET VITRAGES

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N° BV18-0685
CONCERNANT DES FENETRES ET
PORTES-FENETRES EN ALUMINIUM RPT
A FRAPPE SERIE 4000**

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.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Il comporte 15 pages.

**A LA DEMANDE DE : Alu Design System SLU
pani 186 b
17487 Castello d'empures - Espagne**

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685**OBJET**

L'objet 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

- Règles d'application Th-Bât édition 2017.
- Norme XP P50-777.

IDENTIFICATION DU CORPS D'EPREUVE

• Dénomination commerciale	Série 4000
• Numéro d'affaire	18-016
• Date de l'étude	17 mai 2018
• Personnes ayant réalisé les calculs	Aurélie DELAIRE (DBV)

Fait à Marne-la-Vallée, le 17 mai 2018

Le rédacteur du rapport de calcul

Aurélie DELAIRE

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

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'extérieur et déterminer ensuite les coefficients de transmission thermique U.

2.2. Règles de calcul

Les coefficients Ug sont donnés dans des tableaux dans les règles Th-U et pour des vitrages doubles verticaux. Les valeurs des émissivités du vitrage et le taux de remplissage de l'argon sont à justifier conformément à la méthode de calcul donnée dans les règles Th-U.

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 ²
Fenêtre 1 vantail	1,48 x 1,25
Fenêtre 2 vantaux	1,48 x 1,53
Porte-fenêtre 2 vantaux	2,18 x 1,53

2.3.2. Matériaux

Matériaux	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	DTA 6/16-2303 (espaceur de vitrage SGG Swissspacer V - ULTIMATE)
SGG SWISSPACER ULTIMATE $h_{eq} = 6,5 \text{ mm}$	0,14 ^(*)	
Acier inox 1.4301 TGI Spacer	15	
Polypropylène chargé en talc	0,193	
TGI SPACER $h_{eq} = 6,9 \text{ mm}$	0,30 ^(*)	DTA 6/16-2302 (espaceur de vitrage TGI SPACER)

2.3.3. Conditions aux limites

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

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

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 $W/(m^2.K)$. 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 :

- 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 13363-2 ou NF EN 410)
- S_{g2} est le facteur de réémission thermique vers l'intérieur (désigné par q_i dans les normes NF EN 13363-2 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 $25 W/(m^2.K)$

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

- S_{fs} est le facteur de transmission solaire cadre avec protection mobile extérieure (voir §11.2.5 de la norme XP P50-777)
- 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/m².K)
- h_e coefficient d'échanges superficiels, pris égal à 25 W/(m².K)

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

Couleur		Valeur forfaitaire de a^*
Claire	Blanc, jaune, orange, rouge clair	0,40
Moyenne	Rouge sombre, vert clair, bleu clair	0,60
Sombre	Brun, vert sombre, bleu vif	0,80
Noire	Noir, brun sombre, bleu sombre	1,00

*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 :

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

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

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

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 :

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

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'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

3. RESULTATS

3.1. Coefficients U_f de transmission thermique des éléments de menuiserie

Dormant	Ouvrant	Battement	Largeur de l'élément (m)	U_{fi} élément W/(m ² .K) Double vitrage (28 mm)
4050 ^(*)	4500 ^(**)		0,076	3,0
	4500+4510 ^(**)	4300 ^(*)	0,095	2,6

(*) : Le sertissage du dormant ref. 4050 et du battement 4300 est réalisé sur des demi-coquilles brutes.
 (**): Le sertissage des ouvrants ref. 4500 et 4510 est réalisé sur des demi-coquilles laquées.

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

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.

Intercalaire	Profilés	ψ_g W/(m.K)					
		U _g vitrages (W/(m ² .K))					
1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5		
Aluminium	4050-4500	0,090	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080
	4500-4510+4300	0,094	0,092	0,090	0,088	0,086	0,085
NF EN ISO 10077-1	Tous profilés	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
TGI spacer	4050-4500	0,036	0,035	0,034	0,033	0,032	0,031
	4500-4510+4300	0,039	0,038	0,037	0,036	0,035	0,034
SGG Swissspacer ULTIMATE	4050-4500	0,027	0,026	0,025	0,025	0,024	0,023
	4500-4510+4300	0,029	0,028	0,028	0,027	0,026	0,026

Intercalaire	Profilés	ψ_g W/(m.K)					
		U _g vitrages (W/(m ² .K))					
1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,6		
Aluminium	4050-4500	0,079	0,077	0,075	0,073	0,071	0,060
	4500-4510+4300	0,083	0,081	0,079	0,077	0,075	0,064
NF EN ISO 10077-1	Tous profilés	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
TGI spacer	4050-4500	0,030	0,029	0,028	0,027	0,026	0,020
	4500-4510+4300	0,034	0,033	0,032	0,031	0,030	0,024
SGG Swissspacer ULTIMATE	4050-4500	0,022	0,021	0,021	0,020	0,019	0,014
	4500-4510+4300	0,025	0,024	0,023	0,023	0,022	0,018

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

3.3. Coefficients de transmission thermique U_w

U_g W/(m ² .K)	U_f W/(m ² .K)	U_w en W/(m ² .K)			
		Intercalaire			
		Aluminium	NF EN ISO 10077-1	TGI SPACER	SGG SWISSPACER ULTIMATE
Fenêtre 1 vantail		1,48 m x 1,25 m (HxL) (hors-tout)			
		A_g 1,4581 m ²			
		A_f 0,3919 m ²			
		l_g 4,8520 m			
		σ 0,79			
1,0	3,0	1,6	1,6	1,5	1,5
1,1		1,7	1,7	1,6	1,6
1,2		1,7	1,8	1,6	1,6
1,3		1,8	1,9	1,7	1,7
1,4		1,9	1,9	1,8	1,8
1,5		2,0	2,0	1,9	1,9
1,6		2,0	2,1	2,0	1,9
1,7		2,1	2,2	2,0	2,0
1,8		2,2	2,3	2,1	2,1
1,9		2,3	2,3	2,2	2,2
2,0		2,3	2,4	2,3	2,2
2,6		2,8	2,9	2,7	2,7
Fenêtre 2 vantaux		1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)			
		A_g 1,7038 m ²			
		A_f 0,5606 m ²			
		l_g 7,8780 m			
		σ 0,75			
1,0	2,9	1,7	1,7	1,6	1,6
1,1		1,8	1,8	1,7	1,6
1,2		1,9	1,9	1,7	1,7
1,3		1,9	2,0	1,8	1,8
1,4		2,0	2,0	1,9	1,8
1,5		2,1	2,1	1,9	1,9
1,6		2,2	2,2	2,0	2,0
1,7		2,2	2,3	2,1	2,1
1,8		2,3	2,4	2,2	2,1
1,9		2,4	2,4	2,2	2,2
2,0		2,4	2,5	2,3	2,3
2,6		2,9	3,0	2,7	2,7

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

U _g W/(m ² .K)	U _f W/(m ² .K)	U _w en W/(m ² .K)			
		Intercalaire			
		Aluminium	NF EN ISO 10077-1	TGI SPACER	SGG SWISSPACER ULTIMATE
Porte-fenêtre 2 vantaux		2,18 m x 1,53 m (H x L) (hors-tout)			
		A _g 2,6019 m ²			
		A _f 0,7335 m ²			
		I _g 10,6780 m			
		σ 0,78			
1,0	2,9	1,7	1,7	1,5	1,5
1,1		1,7	1,7	1,6	1,6
1,2		1,8	1,8	1,7	1,6
1,3		1,9	1,9	1,7	1,7
1,4		1,9	2,0	1,8	1,8
1,5		2,0	2,1	1,9	1,9
1,6		2,1	2,1	2,0	1,9
1,7		2,2	2,2	2,0	2,0
1,8		2,2	2,3	2,1	2,1
1,9		2,3	2,4	2,2	2,2
2,0		2,4	2,5	2,3	2,2
2,6		2,8	2,9	2,7	2,7

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

3.4. Coefficients de facteurs solaires S^c_w et S^E_w

3.4.1. Coefficients S^c_{w1} et S^E_{w1}

Facteur solaire du vitrage S_{g1}	Facteur solaire de la fenêtre S^c_{w1} ou S^E_{w1}
Fenêtre 1 vantail	1,48 m x 1,25 m (HxL) (hors-tout)
A_g	1,4581 m ²
A_f	0,3919 m ²
I_g	4,8520 m
σ	0,79
0,40	0,32
0,50	0,39
0,60	0,47
0,70	0,55
Fenêtre 2 vantaux	1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)
A_g	1,7038 m ²
A_f	0,5606 m ²
I_g	7,8780 m
σ	0,75
0,40	0,30
0,50	0,38
0,60	0,45
0,70	0,53
Porte-fenêtre 2 vantaux	2,18 m x 1,53 m (H x L) (hors-tout)
A_g	2,6019 m ²
A_f	0,7335 m ²
I_g	10,6780 m
σ	0,78
0,40	0,31
0,50	0,39
0,60	0,47
0,70	0,55

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

3.4.2. Coefficients S^c_{w2} et S^E_{w2}

Facteur solaire du vitrage S_{g2}	Facteur solaire de la fenêtre S^c_{w2} ou S^E_{w2}			
Fenêtre 1 vantail	1,48 m x 1,25 m (HxL) (hors-tout)			
A_g	1,4581 m ²			
A_f	0,3919 m ²			
l_g	4,8520 m			
σ	0,79			
Uf menuiserie	3,0 W/(m ² .K)			
Valeur forfaitaire de α (menuiserie)				
	0,40	0,60	0,80	1,0
0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
0,08	0,07	0,08	0,08	0,09
Fenêtre 2 vantaux	1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)			
A_g	1,7038 m ²			
A_f	0,5606 m ²			
l_g	7,8780 m			
σ	0,75			
Uf menuiserie	2,9 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	0,05	0,06	0,07
0,08	0,07	0,08	0,08	0,09
Porte-fenêtre 2 vantaux	2,18 m x 1,53 m (H x L) (hors-tout)			
A_g	2,6019 m ²			
A_f	0,7335 m ²			
l_g	10,6780 m			
σ	0,78			
Uf menuiserie	2,9 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	0,05	0,06	0,06
0,08	0,07	0,08	0,08	0,09

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

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 1 vantail 1,48 m x 1,25 m (HxL) (hors-tout)	
A_g	1,4581 m ²
A_f	0,3919 m ²
I_g	4,8520 m
σ	0,79
0,30	0,24
0,40	0,32
0,50	0,39
0,60	0,47
0,70	0,55
0,80	0,63
Fenêtre 2 vantaux 1,48 m x 1,53 m (HxL) (hors-tout)	
A_g	1,7038 m ²
A_f	0,5606 m ²
I_g	7,8780 m
σ	0,75
0,30	0,23
0,40	0,30
0,50	0,38
0,60	0,45
0,70	0,53
0,80	0,60
Porte-fenêtre 2 vantaux 2,18 m x 1,53 m (H x L) (hors-tout)	
A_g	2,6019 m ²
A_f	0,7335 m ²
I_g	10,6780 m
σ	0,78
0,30	0,23
0,40	0,31
0,50	0,39
0,60	0,47
0,70	0,55
0,80	0,62

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

ANNEXES

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

ANNEXE 1 : PLANS DES PROFILES ETUDES

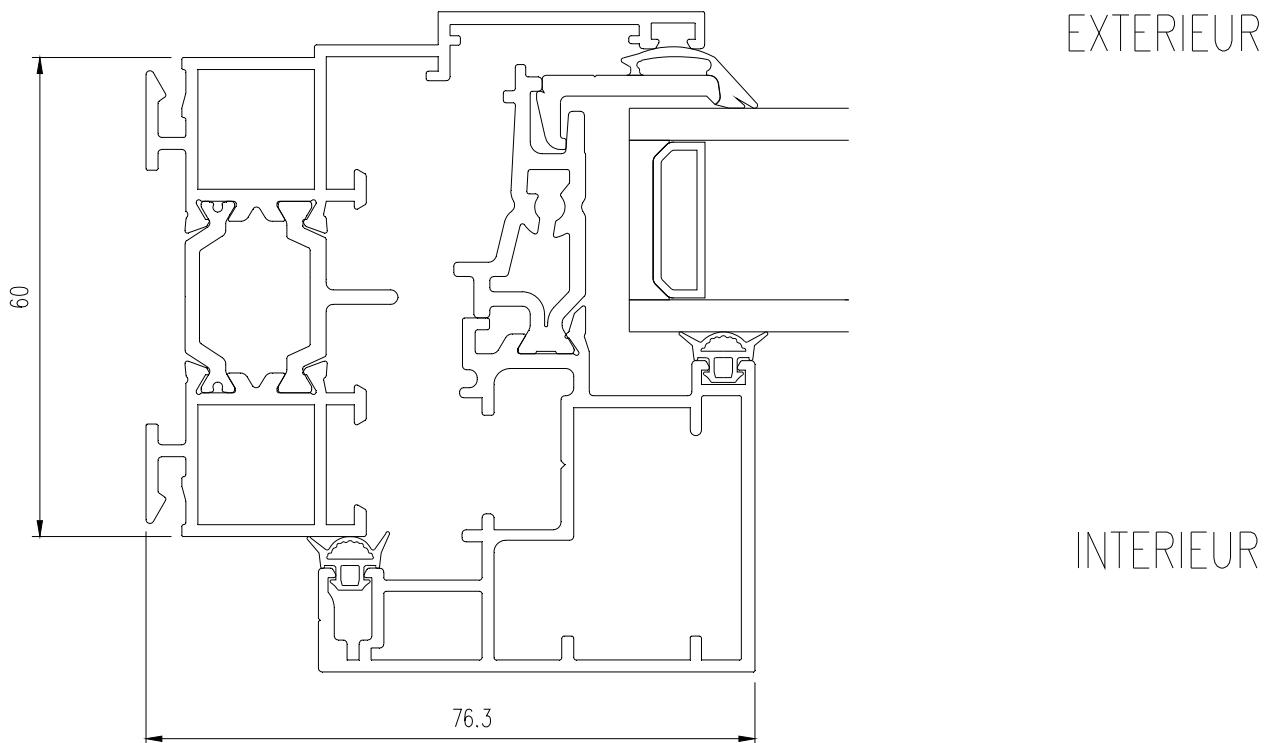


Figure 1 : Dormant 4050 – Ouvrant 4500

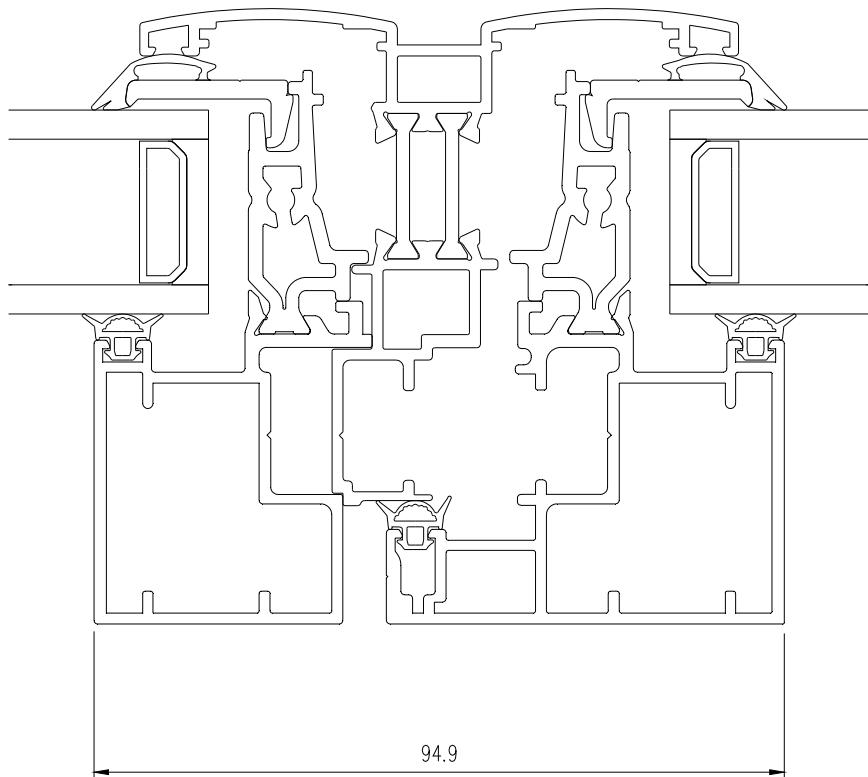


Figure 2 : Ouvrant 4500 – Ouvrant 4510 – Battement 4300

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV18-0685

ANNEXE 2 : MODELISATIONS - HYPOTHESES

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)	Aluminium 160 W/(m.K)
PVC flexible 0,14 W/(m.K)	PVC 0,17 W/(m.K)	Cavité non ventilée $\varepsilon_1 = 0,1 - \varepsilon_2 = 0,1$	Cavité non ventilée $\varepsilon_1 = 0,1 - \varepsilon_2 = 0,9$

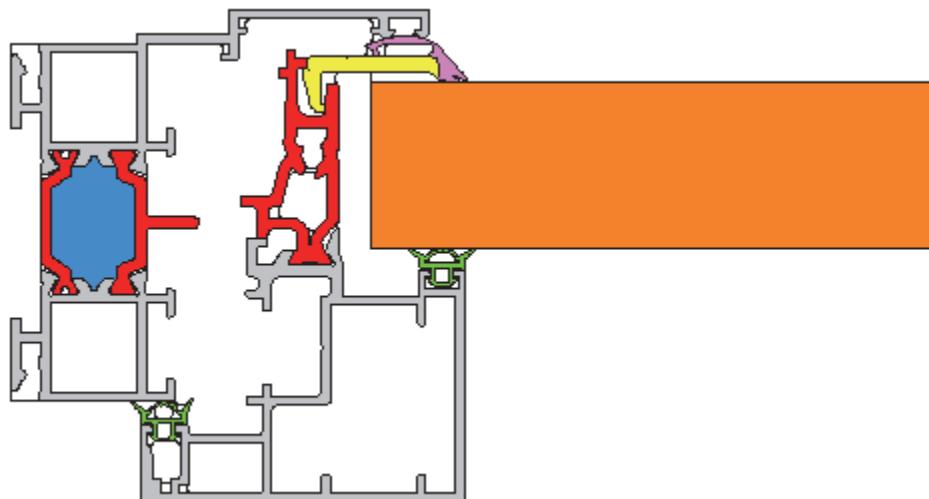


Figure 3 : Dormant 4050 – Ouvrant 4500

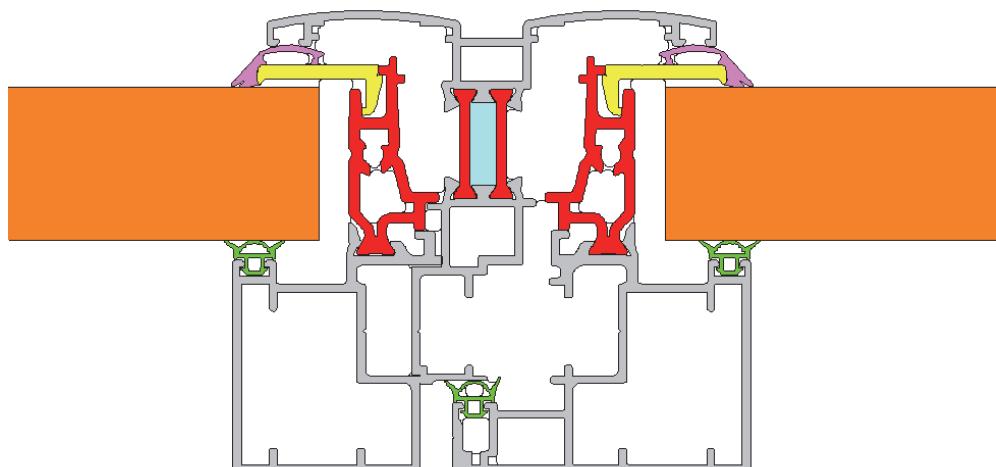


Figure 4 : Ouvrant 4500 – Ouvrant 4510 – Battement 4300

FIN DE RAPPORT