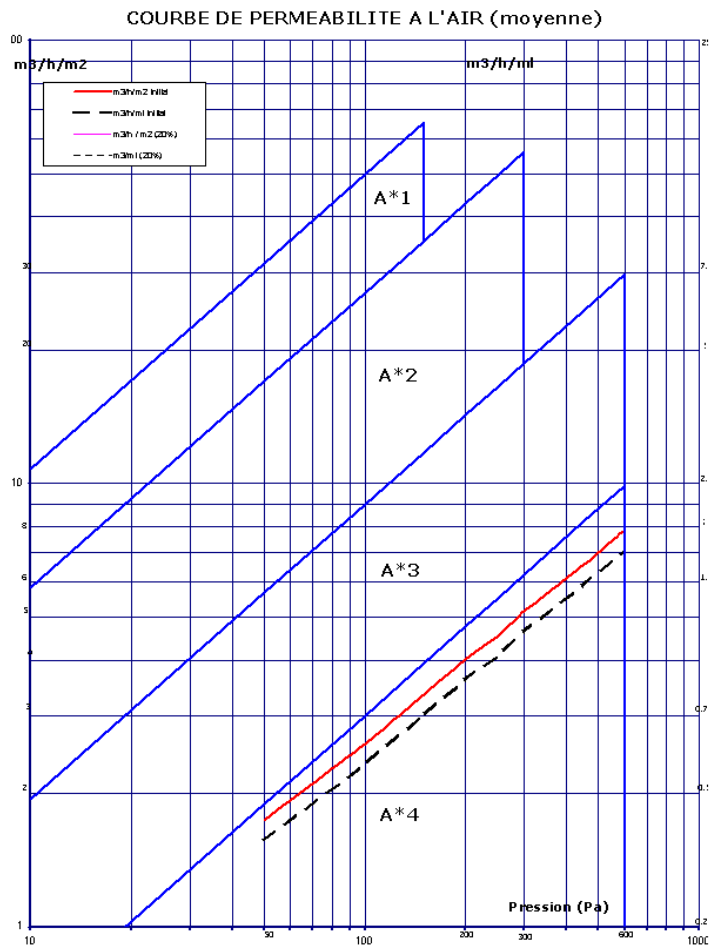


## Performances AEV – Frappe



Des essais AEV ont été réalisés sur notre banc d'essai certifié CSTB.

**A\*4 E\*7B V\*C3**

Ce qui place la gamme F70 parmi les fenêtres les plus performantes du marché en terme d'étanchéité à l'eau et à l'air.

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N° BV16-0434  
CONCERNANT DES FENETRES ET  
PORTES-FENETRES GAMME 70F**

**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 14 pages.

**A LA DEMANDE DE : ARIAL INDUSTRIE  
315 RUE DU VALENTIN  
64121 SERRES CASTET**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434****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 ARIAL INDUSTRIE 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 2015.
- Norme XP P50-777.

**IDENTIFICATION DU CORPS D'EPREUVE**

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| • Dénomination commerciale            | Gamme 70F             |
| • Numéro d'affaire                    | 16-016                |
| • Date de l'étude                     | 1er avril 2016        |
| • Personne ayant réalisée les calculs | Aurélie DELAIRE (DBV) |

Fait à Marne-la-Vallée, le 1er avril 2016

Le rédacteur du rapport de calcul



**Aurélie DELAIRE**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**1. DESCRIPTION SUCCINCTE**

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

Référence du nœud	Dormant	Ouvrant
1	FSD001	FSO001
2		FSO001-FSO002

**Tableau 1 : Référence des nœuds étudiés**

**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. Règles de calcul**

Les coefficients  $U_g$  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. Règles d'expression et d'arrondis des différentes caractéristiques**

$U_w$ ,  $U_{fi}$ ,  $U_g$ ,  $U_p$  et  $\Psi_g$  sont exprimés avec 2 chiffres significatifs.

$S_w$  et  $TL_w$  sont exprimés avec 2 décimales.

$A_f$ ,  $L_g$ ,  $L_p$ ,  $A_g$  et  $A_p$  sont exprimés avec 4 décimales.

**2.3.2. 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 <sup>2</sup>
Fenêtre 1 vantail	1,48 x 1x25
Fenêtre 2 vantaux	1,48 x 1,53
Porte-fenêtre 2 vantaux	2,18 x 2,35

**Tableau 2 : Types de menuiserie et dimensions conventionnelles étudiées**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**2.3.3. Matériaux**

Matériau	Conductivité thermique W/(m,K)	Source
Garniture en EPDM	0,25	Th-U Fascicule 2/5
Verre	1	
Isolant	0,035	
Aluminium	160	
PVC	0,17	
Tamis moléculaire	0,1	
Polysulfure	0,4	
PA 6,6 25% fibre de verre	0,3	
Acier inox	15	DTA 6/13-2124 (intercalaire SGG Swisspacer V)
Styrène Acrilo Nitrile	0,17	
Acier inox 1,4301 TGI Spacer	15	DTA 6/13-2125 (intercalaire TGI SPACER $\lambda = 15$ W/(m,K))
Polypropylène chargé en talc	0,193	
Acier inoxydable	15	

**Tableau 3 : Matériaux utilisés et source des valeurs**

**2.3.4. Conditions aux limites**

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

**Tableau 4 : Conditions aux limites utilisées**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**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.
- $y_g$  : 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),

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

- $S_{g2}$  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:

- $\alpha_f$  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<sup>2</sup>.K)
- $h_e$  coefficient d'échanges superficiels, pris égal à 25 W/(m<sup>2</sup>.K)
- $S_{fs}$  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:

- $\alpha_p$  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<sup>2</sup>.K)
- $h_e$  coefficient d'échanges superficiels, pris égal à 25 W/(m<sup>2</sup>.K)

Le facteur d'absorption solaire  $\alpha_f$  ou  $\alpha_p$  est donné par le tableau ci-dessous :

Couleur		Valeur forfaitaire de $\alpha$ *
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.		

**Tableau 5 : Valeurs par défaut du coefficient d'absorption solaire**

Pour une fenêtre sans protection mobile ou avec protection mobile en position relevée et sans paroi opaque, et si on considère  $\sigma$  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 :  $S_w = \sigma \times S_g + (1 - \sigma) \times S_f$

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**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  $\tau_v$  par dans la norme NF EN 410)

Si la fenêtre n'a pas de paroi opaque, et si on considère  $\sigma$  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°BV16-0434**

**2.5. Valeurs calculées du coefficient  $\psi_g$  d'intercalaire**

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

		$\psi_g$ W/(m.K)					
		$U_g$ vitrages (W/(m².K))					
Intercalaire	Profilés	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Aluminium	FSD001-FSO001	0,115	0,113	0,111	0,109	0,107	0,105
	FSO001-FSO002	0,111	0,109	0,107	0,105	0,103	0,101
TGI SPACER	FSD001-FSO001	0,048	0,047	0,046	0,045	0,043	0,042
	FSO001-FSO002	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042
SGG SWISSPACER V	FSD001-FSO001	0,035	0,034	0,033	0,033	0,032	0,031
	FSO001-FSO002	0,035	0,034	0,033	0,032	0,031	0,031

		$\psi_g$ W/(m.K)					
		$U_g$ vitrages (W/(m².K))					
Intercalaire	Profilés	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,6
Aluminium	FSD001-FSO001	0,103	0,100	0,098	0,096	0,094	0,081
	FSO001-FSO002	0,098	0,096	0,094	0,092	0,090	0,077
TGI SPACER	FSD001-FSO001	0,041	0,040	0,039	0,038	0,037	0,031
	FSO001-FSO002	0,041	0,040	0,038	0,037	0,036	0,030
SGG SWISSPACER V	FSD001-FSO001	0,030	0,029	0,028	0,028	0,027	0,022
	FSO001-FSO002	0,030	0,029	0,028	0,027	0,026	0,021

**Tableau 6 : Coefficients de transmission thermique linéique dû aux effets combinés du vitrage, de l'intercalaire et de l'encadrement**

$\Psi_g$  par défaut selon NF EN ISO 10077-1 (profilés aluminium RPT) = 0,080 W/(m.K).

**3. RESULTATS**

**3.1. Coefficients  $U_f$  de transmission thermique des éléments de menuiserie**

Référence du nœud	Dormant	Ouvrant	$b_{fi}$ Largeur de l'élément (m)	$U_{fi}$ élément
				W/(m².K) Double vitrage
1	FSD001	FSO001	0,081	1,9
2		FSO001-FSO002	0,086	2,0

**Tableau 7 : Coefficients de transmission thermique des encadrements étudiés**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**
**3.2. Coefficients de transmission thermique  $U_w$** 

Type menuiserie	$U_g$ W/(m <sup>2</sup> .K)	$U_f$ W/(m <sup>2</sup> .K)	Coefficient de la fenêtre nue $U_w$ W/(m <sup>2</sup> .K)			
			Intercalaire du vitrage isolant			
			Aluminium	WE NF EN ISO 10077-1	TGI SPACER	SGG SWISSPACER V
Fenêtre 1 vantail 1,25 m x 1,48 m (L x H)	1,0	1,9	1,5	1,4	1,3	1,3
	1,1		1,6	1,5	1,4	1,4
	1,2		1,6	1,6	1,5	1,4
	1,3		1,7	1,6	1,6	1,5
	1,4		1,8	1,7	1,6	1,6
	1,5		1,9	1,8	1,7	1,7
	1,6		1,9	1,9	1,8	1,7
	1,7		2,0	2,0	1,8	1,8
	1,8		2,1	2,0	1,9	1,9
	1,9		2,1	2,1	2,0	2,0
	2,0		2,2	2,2	2,1	2,0
Fenêtre 2 vantaux 1,53 m x 1,48 m (L x H)	1,0	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4
	1,1		1,7	1,6	1,5	1,4
	1,2		1,8	1,7	1,5	1,5
	1,3		1,8	1,7	1,6	1,6
	1,4		1,9	1,8	1,7	1,6
	1,5		2,0	1,9	1,8	1,7
	1,6		2,0	2,0	1,8	1,8
	1,7		2,1	2,0	1,9	1,9
	1,8		2,2	2,1	2,0	1,9
	1,9		2,2	2,2	2,0	2,0
	2,0		2,3	2,3	2,1	2,1
Porte Fenêtre 2 vantaux 1,53 m x 2,18 m (L x H)	1,0	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3
	1,1		1,6	1,5	1,4	1,4
	1,2		1,7	1,6	1,5	1,5
	1,3		1,8	1,7	1,6	1,5
	1,4		1,9	1,8	1,7	1,6
	1,5		1,9	1,9	1,7	1,7
	1,6		2,0	1,9	1,8	1,8
	1,7		2,1	2,0	1,9	1,8
	1,8		2,1	2,1	2,0	1,9
	1,9		2,2	2,2	2,0	2,0
	2,0		2,3	2,2	2,1	2,1

**Tableau 8 : Coefficients  $U_w$  des menuiseries étudiées**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**3.3. Coefficients de facteurs solaires  $S^c_w$  et  $S^E_w$**

**3.3.1. Coefficients  $S^c_{w1}$  et  $S^E_{w1}$**

Facteur solaire du vitrage		Facteur solaire de la fenêtre	
$S_{g1}$		$S^c_{w1} - S^E_{w1}$	
<b>Fenêtre 1 vantail : 1,48mx1,25m (HxL) (hors-tout)</b>			
	Ag	1,4340	m <sup>2</sup>
	Af	0,4160	m <sup>2</sup>
	$\sigma$	0,78	
0,40			0,31
0,50			0,39
0,60			0,47
0,70			0,54
Facteur solaire du vitrage		Facteur solaire de la fenêtre	
$S_{g1}$		$S^c_{w1} - S^E_{w1}$	
<b>Fenêtre 2 vantaux : 1,48mx1,53m (HxL) (hors-tout)</b>			
	Ag	1,6897	m <sup>2</sup>
	Af	0,5747	m <sup>2</sup>
	$\sigma$	0,75	
0,40			0,30
0,50			0,37
0,60			0,45
0,70			0,52
<b>Porte-fenêtre 2 vantaux : 2,18mx1,53m (HxL) (hors-tout)</b>			
	Ag	2,5871	m <sup>2</sup>
	Af	0,7483	m <sup>2</sup>
	$\sigma$	0,78	
0,40			0,31
0,50			0,39
0,60			0,47
0,70			0,54

**Tableau 9 : Composantes courte longueur d'onde du facteur solaire des menuiseries étudiées**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**3.3.2. Coefficients  $S^c_{w2}$  et  $S^E_{w2}$**

Facteur solaire du vitrage $S_{g2}$		Facteur solaire de la fenêtre $S^c_{w2} - S^E_{w2}$			
<b>Fenêtre 1 vantail : 1,48mx1,25m (HxL) (hors-tout)</b>					
Ag	1,4340	m <sup>2</sup>			
Af	0,4160	m <sup>2</sup>			
σ	0,78				
Uf menuiserie	1,9	W/m <sup>2</sup> ,K			
	Valeur forfaitaire de α (menuiserie)				
	0,4	0,6	0,8	1	
0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
<b>Fenêtre 2 vantaux : 1,48mx1,53m (HxL) (hors-tout)</b>					
Ag	1,6897	m <sup>2</sup>			
Af	0,5747	m <sup>2</sup>			
σ	0,75				
Uf menuiserie	1,9	W/m <sup>2</sup> ,K			
	Valeur forfaitaire de α (menuiserie)				
	0,4	0,6	0,8	1	
0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
<b>Porte-fenêtre 2 vantaux : 2,18mx1,53m (HxL) (hors-tout)</b>					
Ag	2,5871	m <sup>2</sup>			
Af	0,7483	m <sup>2</sup>			
σ	0,78				
Uf menuiserie	1,9	W/m <sup>2</sup> ,K			
	Valeur forfaitaire de α (menuiserie)				
	0,4	0,6	0,8	1	
0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08

**Tableau 10 : Composantes grande longueur d'onde du facteur solaire des menuiseries étudiées**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**3.4. Coefficients Transmission lumineuse TL<sub>w</sub>**

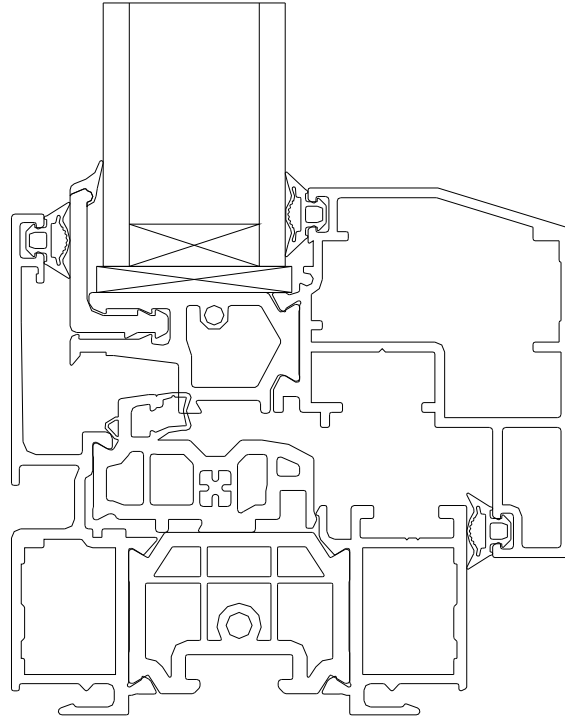
Coefficient de transmission lumineuse du vitrage	Coefficient de transmission lumineuse de la fenêtre	
TLg	TLw	
<b>Fenêtre 1 vantail : 1,48mx1,25m (HxL) (hors-tout)</b>		
	Ag	1,4340 m <sup>2</sup>
	Af	0,4160 m <sup>2</sup>
	σ	0,78
0,30	0,23	
0,40	0,31	
0,50	0,39	
0,60	0,47	
0,70	0,54	
0,80	0,62	
<b>Fenêtre 2 vantaux : 1,48mx1,53m (HxL) (hors-tout)</b>		
	Ag	1,6897 m <sup>2</sup>
	Af	0,5747 m <sup>2</sup>
	σ	0,75
0,30	0,22	
0,40	0,30	
0,50	0,37	
0,60	0,45	
0,70	0,52	
0,80	0,60	
<b>Porte-fenêtre 2 vantaux : 2,18mx1,53m (HxL) (hors-tout)</b>		
	Ag	2,5871 m <sup>2</sup>
	Af	0,7483 m <sup>2</sup>
	σ	0,78
0,30	0,23	
0,40	0,31	
0,50	0,39	
0,60	0,47	
0,70	0,54	
0,80	0,62	

**Tableau 11 : Coefficients de transmission lumineuse TL<sub>w</sub> des menuiseries étudiées**

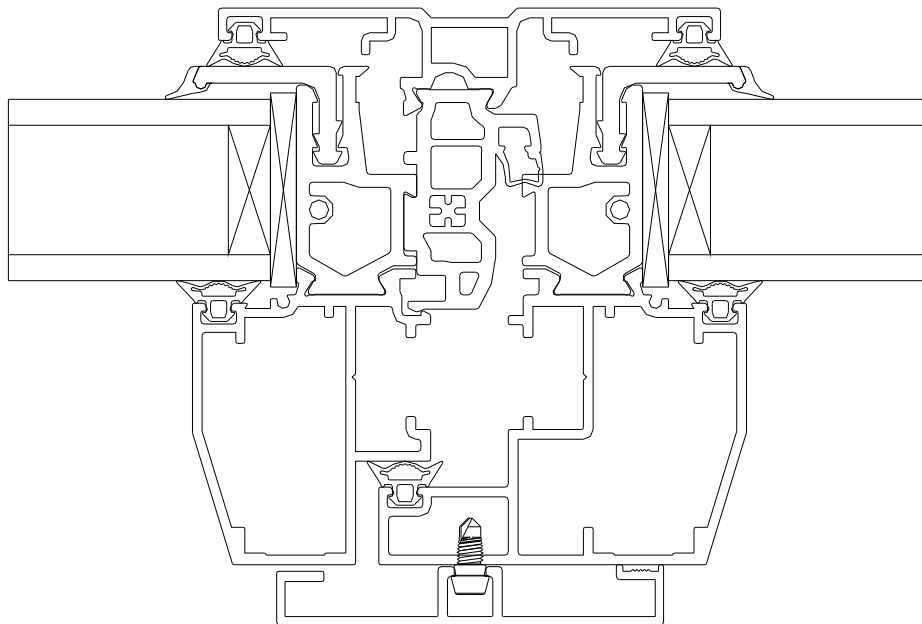
## **ANNEXES**

**RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434**

**ANNEXE 1 : PLANS DES PROFILS ETUDIES**



**Figure 1 : FSD001-FSO001**



**Figure 2 : FSO001-FSO002**

**FIN DE RAPPORT**