

**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 Ψ_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 ² |
|-------------------------|--|
| 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:

- 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/m².K)
- h_e coefficient d'échanges superficiels, pris égal à 25 W/(m².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:

- 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 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.

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

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 τ_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°BV16-0434

2.5. 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.

| | | ψ_g W/(m.K) | | | | | |
|------------------|---------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | U_g vitrages (W/(m².K)) | | | | | |
| Intercalaires | 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 |

| | | ψ_g W/(m.K) | | | | | |
|------------------|---------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | U_g vitrages (W/(m².K)) | | | | | |
| Intercalaires | 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

Ψ_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 ² .K) | U_f W/(m ² .K) | Coefficient de la fenêtre nue U_w W/(m ² .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} | | $S^c_{w1} - S^E_{w1}$ | |
| Fenêtre 1 vantail : 1,48mx1,25m (HxL) (hors-tout) | | | |
| | Ag | 1,4340 | m ² |
| | Af | 0,4160 | m ² |
| | σ | 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} | | $S^c_{w1} - S^E_{w1}$ | |
| Fenêtre 2 vantaux : 1,48mx1,53m (HxL) (hors-tout) | | | |
| | Ag | 1,6897 | m ² |
| | Af | 0,5747 | m ² |
| | σ | 0,75 | |
| 0,40 | | | 0,30 |
| 0,50 | | | 0,37 |
| 0,60 | | | 0,45 |
| 0,70 | | | 0,52 |
| Porte-fenêtre 2 vantaux : 2,18mx1,53m (HxL) (hors-tout) | | | |
| | Ag | 2,5871 | m ² |
| | Af | 0,7483 | m ² |
| | σ | 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 $S^c_{w2} - S^E_{w2}$ | | | |
|--|--------------------------------------|--|------|------|------|
| Fenêtre 1 vantail : 1,48mx1,25m (HxL) (hors-tout) | | | | | |
| Ag | 1,4340 | m ² | | | |
| Af | 0,4160 | m ² | | | |
| σ | 0,78 | | | | |
| Uf menuiserie | 1,9 | W/m ² ,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 |
| Fenêtre 2 vantaux : 1,48mx1,53m (HxL) (hors-tout) | | | | | |
| Ag | 1,6897 | m ² | | | |
| Af | 0,5747 | m ² | | | |
| σ | 0,75 | | | | |
| Uf menuiserie | 1,9 | W/m ² ,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 |
| Porte-fenêtre 2 vantaux : 2,18mx1,53m (HxL) (hors-tout) | | | | | |
| Ag | 2,5871 | m ² | | | |
| Af | 0,7483 | m ² | | | |
| σ | 0,78 | | | | |
| Uf menuiserie | 1,9 | W/m ² ,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_w

| Coefficient de transmission lumineuse du vitrage | Coefficient de transmission lumineuse de la fenêtre | |
|--|---|-----------------------|
| TLg | TLw | |
| Fenêtre 1 vantail : 1,48mx1,25m (HxL) (hors-tout) | | |
| | Ag | 1,4340 m ² |
| | Af | 0,4160 m ² |
| | 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 | |
| Fenêtre 2 vantaux : 1,48mx1,53m (HxL) (hors-tout) | | |
| | Ag | 1,6897 m ² |
| | Af | 0,5747 m ² |
| | 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 | |
| Porte-fenêtre 2 vantaux : 2,18mx1,53m (HxL) (hors-tout) | | |
| | Ag | 2,5871 m ² |
| | Af | 0,7483 m ² |
| | 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_w des menuiseries étudiées

ANNEXES

RAPPORT D'ETUDE THERMIQUE N°BV16-0434

ANNEXE 1 : PLANS DES PROFILS ETUDIES

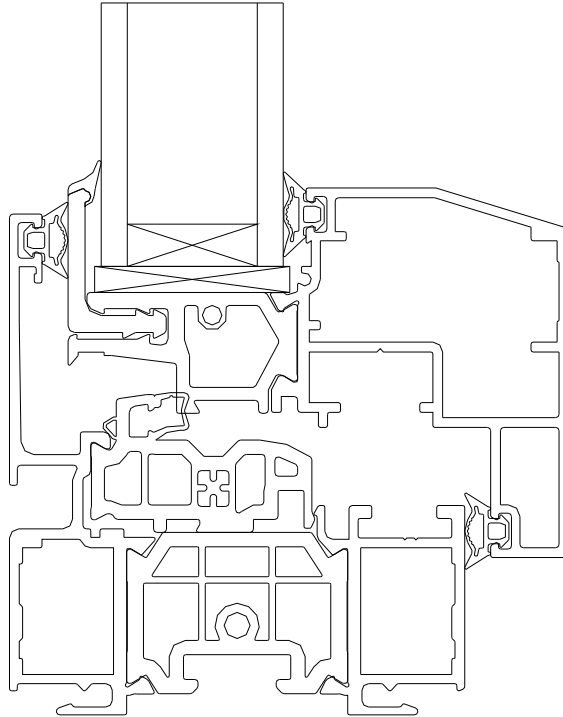


Figure 1 : FSD001-FSO001

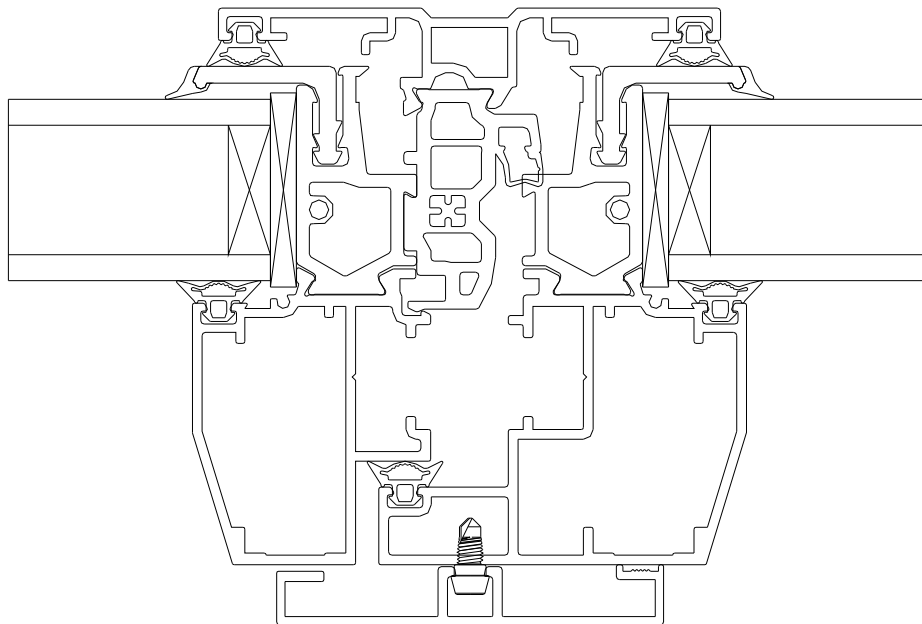


Figure 2 : FSO001-FSO002

FIN DE RAPPORT