

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **6/17-2352_V3**

Annule et remplace le Document Technique d'Application 6/17-2352_V2

*Fenêtre de toit
Roof window*

VELUX® VMS

Relevant de la norme

NF EN 14351-1+A1

Titulaire : Société VELUX France
1 rue Paul Cézanne
BP 20
FR-91421 Morangis Cedex

Tél. : 08 11 02 28 24
Fax : 01 69 09 31 82
E-mail : infoclient.france@velux.com
Internet : www.velux.fr

Groupe Spécialisé n° 6

Composants de baies, vitrages

Publié le 16 octobre 2019



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé N° 6 « Composants de baie, vitrages » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 11 avril 2019, le système de fenêtre VMS pour toiture présenté par la Société VELUX. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n°6 sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne. Cet Avis annule et remplace le Document Technique d'Application 6/17-2352_V2

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les fenêtres VMS sont destinées aux toitures-terrasses inaccessibles et à zone technique dont la pente du support est conforme au NF DTU de la série 43 ; La pente des fenêtres VMS est comprise entre 5° et 25°, Les fenêtres VMS sont des fenêtres projetantes ou fixes, vitrées avec un vitrage isolant.

Les profilés dormants et ouvrants sont fabriqués par pultrusion à base de fibre de verre et résine polyuréthane et recouverts par une laque blanche. La surface extérieure des profilés pultrudés est recouverte par des profilés aluminium extrudés laqués.

Le modèle HVC s'ouvre en visière à l'aide d'un moteur à chaîne. Le modèle HFC est fixe.

Les fenêtres VMS peuvent s'installer individuellement ou bien être associées ensemble pour former une bande filante.

Les dimensions standards sont définies dans le Dossier Technique.

1.2 Mise sur le marché

Les produits doivent faire l'objet d'une déclaration des performances (DdP) lors de leur mise sur le marché conformément au règlement (UE) n° 305/2011 article 4.1.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

1.3 Identification

Fenêtres

Les fenêtres sont identifiées par une plaque d'identité placée en travers basse du dormant (fenêtre HFC) ou de l'ouvrant (fenêtre HVC) :

- Type de module et dimensions
- Variante de vitrage,
- Code de production,
- Marquage CE et infos associées.

En complément, une étiquette est apposée, sur la face extérieure des modules (visibilité uniquement avant la pose des modules ou si démontage des raccords d'étanchéité). Elle contient les infos suivantes :

- Type de module et dimensions,
- Variante de vitrage,
- Poids,
- Numéro de commande,
- Adresse du chantier.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi accepté est le suivant :

- Mise en œuvre en France Européenne.
- Toitures terrasses inaccessibles ou à zones techniques ou toitures inclinées situées en climat de plaine suivant les normes DTU série 43 et des Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.
- Les fenêtres VMS sont mises en œuvre sur des costières conformes au présent document et aux NF DTU de la série 43 et NF DTU20.12 dans le cas d'élément porteur en maçonnerie.

En outre, la mise en œuvre des fenêtres VMS HVC ne peut être effectuée qu'à une hauteur supérieure à 2,5 m du sol fini.

Les fenêtres VMS ne peuvent pas être installées dans les pièces principales d'habitation et d'hébergement si ces dernières ne sont pas déjà munies d'entrées d'air ou d'un dispositif de ventilation double flux.

Les fenêtres VMS ne sont pas prévues pour être posées dans les régions à neige persistante (altitude > 900 m).

2.2 Appréciation sur le système

2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Les fenêtres VMS présentent une résistance mécanique permettant de satisfaire à la seule disposition spécifique aux fenêtres figurant dans les lois et règlements, et relative à la résistance sous les charges dues au vent et à la neige.

Les fenêtres doivent être fixées sur la costière.

Stabilité en zone sismique

Le présent système ne présentant pas d'éléments de remplissage supérieurs à 4 m², il n'y a pas lieu d'apporter de justifications particulières (conformément au "Guide de dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti" de septembre 2014).

Sécurité

a) Des usagers

La conception du moteur à chaîne et des charnières des fenêtres permet de manœuvrer le vantail sans danger, malgré son poids, et cela, sans faire appel à des pièces dont l'usure rapide pourrait compromettre le fonctionnement.

Compte tenu de l'effort appliqué pour la fermeture motorisée, la traverse basse des fenêtres VMS HVC doit être située à une hauteur supérieure à 2,5 m du sol fini.

b) Des intervenants

Dans tous les cas, elle nécessite le recours à des dispositifs anti-chute selon la réglementation en vigueur lors de la mise en œuvre du produit et lors de son entretien.

De façon générale, pour les opérations d'entretien et de maintenance effectuées sur une toiture comportant des produits verriers, la mise en place de dispositifs permettant la circulation des personnes sans appui direct sur le vitrage (échafaudage, plateforme...) doit être réalisée.

Si selon le DIUO (Cf. code du travail), soit en raison de la constitution, soit de par la conception de la toiture, il n'est prévu, ni envisageable de mettre en place des dispositions permettant de supprimer le risque de chute sur les vitrages d'un intervenant, la résistance du vitrage au choc de 1200 J doit être vérifiée, selon les modalités définies dans le document « Méthode d'essai aux chocs sur verrières » -Cahier CSTB 3228. (cf justifications expérimentales).

Le débrayage manuel de la chaîne du moteur de la fenêtre VMS et la connexion du câble d'alimentation basse tension permet le démontage de l'ouvrant et la manipulation de la fenêtre et son installation sans faire appel à une alimentation électrique. Elle nécessite l'intervention d'une personne formée par Velux.

Sécurité vis-à-vis du feu

Elle est à examiner selon la réglementation et le classement du bâtiment. Compte tenu du classement de réaction au feu des profilés (cf. Réaction au feu).

a) feu extérieur

la conformité du capotage aluminium aux dispositions de l'arrêté du 14 février 2003 et la présence du verre feuilleté côté intérieur des vitrages satisfont à l'exigence de l'article CO18 pour les ERP.

b) feu intérieur

Les isolants en PSE sous les raccordements utilisés doivent répondre aux exigences des articles 16 (bâtiments d'habitation) et AM8 (ERP). Ils doivent être protégés par un écran thermique conforme, respectivement, au guide de l'isolation thermique par l'intérieur dans l'habitation ou au guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public.

L'emploi de ce système pour des fonctions de désenfumage n'a pas été examiné dans le cadre de ce dossier

Prévention des accidents, maîtrise des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Le procédé ne dispose pas d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Données environnementales

Le procédé VMS ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

Aspects Sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements d'outre-mer (DOM).

Étanchéité à l'air et à l'eau

Elles peuvent être normalement assurées par les fenêtres VELUX VMS.

Perméabilité à l'air des bâtiments

En fonction du classement vis-à-vis de la perméabilité à l'air des fenêtres, établi selon la NF EN 12207, le débit de fuite maximum sous une différence de pression de 4 Pa obtenu par extrapolation est :

- Classe A*₂ : 3,16 m³/h.m²,
- Classe A*₃ : 1,05 m³/h.m²,
- Classe A*₄ : 0,35 m³/h.m².

Ces débits sont à mettre en regard de l'exigence de l'article 20 de l'arrêté du 24 mai 2006 et celles de l'article 17 de l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et parties nouvelles de bâtiment, ainsi que dans le cadre des constructions BBC.

Isolation thermique

La faible conductivité du matériau confère à cette fenêtre une isolation thermique intéressante évitant les phénomènes de condensation superficielle.

Le dossier technique établi par le demandeur prévoit des dispositions relatives à la réalisation de costières avec relevés isolés thermiquement. Il aura lieu de se référer aux DTA des revêtements d'étanchéité correspondants. Dans tous les cas, une isolation est prévue sous les raccords d'étanchéité de la fenêtre.

Entrée d'air et ventilation

Le système VMS tel que décrit dans le Dossier Technique établi par le demandeur, ne permet pas de satisfaire l'exigence de l'article 13 de l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments.

Ce système ne permet pas d'assurer une ventilation permanente au sens de l'arrêté du 24 mars 1982 sur les dispositions relatives à l'aération des logements.

Les fenêtres VMS ne peuvent être installées dans les pièces principales d'habitation et d'hébergement que si ces dernières sont déjà munies d'entrées d'air ou d'un dispositif de ventilation double flux.

Informations utiles complémentaires

a) Éléments de calcul thermique et facteurs de transmission de l'énergie solaire et lumineuse des fenêtres
Les caractéristiques de la fenêtre complète se calculent à l'aide des

formules suivantes :

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + L_g \cdot \Psi_{f,moy}}{A_w}$$
$$S_{w1} = \frac{A_g \cdot \tau_e}{A_w}$$

$$S_{w2} = \frac{A_g \cdot q_i + \frac{\alpha_{ef} \cdot \Psi_{f,moy}}{h_e \cdot L_g}}{A_w}$$

$$S_w = S_{w1} + S_{w2}$$

$$TL_w = \frac{A_g \cdot TL_g}{A_w}$$

$$\Psi_{f,moy} = \frac{\sum_i L_i \Psi_{f,i}}{L_g}$$

Où :

A_w : Surface totale de la fenêtre, en m²

A_g : Surface claire du vitrage, en m²

L_g : Périmètre du vitrage, en m

α_{ef} : Coefficient d'absorption énergétique extérieur du profilé, par défaut α_{ef} = 1

h_e : Coefficient d'échange superficiel extérieur, h_e = 25 W/(m².K)

L_i : Longueur de la section i, en m

Ψ_{fi} : Coefficient de transmission thermique linéique de la section i, issus du tableau 1, en fonction du type de fenêtre (ouvrante ou fixe).

U_g, τ_e, q_i, TL_g : Caractéristiques du vitrage, issues du tableau 2.

Les formules précédentes permettent de calculer le coefficient de transmission thermique d'une fenêtre fixe (HFC) ou ouvrante (HVC) dans 2 dimensions (tableau 5.1 et 5.2)

b) Prise en compte des fixations et des costières

L'impact des costières sur les facteurs de transmission de l'énergie solaire et lumineuse se fait conformément aux Règles Th-S et Th-L édition 2015.

Le coefficient de transmission thermique global du procédé VMS, tenant compte de l'impact des costières et des pattes de fixation, se fait à l'aide de la formule présentée en Annexe 1, en fin de dossier technique, à partir du coefficient de transmission thermique U_p de la costière calculé selon les Règles Th-U édition 2015, des coefficients de transmission thermique linéique de la jonction entre fenêtre et costière donnés au Tableau 3, et des coefficients de transmission thermique ponctuel des pattes de fixation donnés au Tableau 4.

A titre d'exemple, un procédé VMS composé de 3 fenêtres fixes et 3 fenêtres ouvrantes de 1,0 x 2,4 m² de surface, composées d'un vitrage de type 8-20-33.2, et inclinées à β = 10°, mises en œuvre sur une costière béton composée de 15 cm de béton isolé conduit en application de la formule donnée en annexe 1 à U_{w,VMS} = 2,4 W/(m².K)

Pour le calcul, on a :

- résistance thermique de la costière béton R = 2 m².K/W (sans pont thermique intégré) : U_p = 0,44 W/(m².K),
- la surface intérieure totale de la costière est A_p = 12 m².
- U_{w,HVC} = U_{w,HFC} = 1,8 W/(m².K),
- La surface intérieure projetée peut être approximée par :
- A_{w,p} ≈ 6 × 1,0 × 2,4 × cos(10°) = 14,2 m².

f) Réaction au feu

Les isolants en PSE doivent répondre aux exigences des articles 16 (bâtiments d'habitation) et AM8 (ERP). Ils doivent être protégés par un écran thermique conforme, respectivement, au guide de l'isolation thermique par l'intérieur dans l'habitation ou au guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public.

2.22 Durabilité-entretien

Les fenêtres VMS sont en mesure de résister aux sollicitations résultant de l'usage et les éléments, susceptibles d'usure (quincaillerie – profilé d'étanchéité), sont remplaçables.

La composition de la matière employée à base de fibres de verre et la qualité de la fabrication des profilés, régulièrement autocontrôlée, sont de nature à permettre la réalisation, avec un entretien réduit, de fenêtres durables.

A l'extérieur, les bâtis sont protégés des intempéries par des capotages non corrodables.

Les paumelles ainsi que la quincaillerie sont en acier zingué chromaté et ne sont pas exposés directement à l'extérieur.

Le profilé 1f en ABS bien que peu exposé au rayonnement UV peut présenter une modification d'aspect par jaunissement

2.23 Fabrication et contrôle

Profilés pultrudés

Les dispositions prises par le fabriquant sont de nature à assurer la constance de qualité.

De façon générale, la fabrication des profilés fait l'objet d'un contrôle permanent défini dans le Dossier Technique et dont les résultats sont consignés dans un registre.

Fenêtres

La fabrication des fenêtres est réalisée par la société VELUX dans son usine de Østbirk (DK). Cette unité de fabrication de fenêtres peut bénéficier d'un certificat de qualification constatant la conformité du produit à la description qui en est faite dans le Dossier Technique et précisant les caractéristiques A*E*V* complétées dans le cas du certificat ACOTHERM par les performances thermiques et acoustiques des fenêtres fabriquées.

Les fenêtres certifiées portent, sur la traverse basse de l'ouvrant, au minimum le logo :



ou



Suivi du numéro de Certificat et du classement A*E*V*

Complété dans le cas du certificat ACOTHERM par le logo :



Suivi du classement acoustique AC et thermique Th

Pour les fenêtres destinées à être mises sur le marché, les contrôles de production usine (CPU) doivent être exécutés conformément au paragraphe 7.3 de la NF EN 14351-1+A1+A2. Les fenêtres certifiées par le CSTB satisfont aux exigences liées à ces contrôles.

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre des relevés d'étanchéité est réalisée conformément au cahier de CSTB 3741 de décembre 2013 pour les costières en maçonneries.

Pour les autres costières, il aura lieu de se référer aux prescriptions de mise en œuvre dans les Documents Technique d'Application des relevés d'étanchéité concernés.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

Les vitrages isolants utilisés doivent être titulaires d'un Certificat de Qualification ou suivis dans le cadre de ce DTA. Le mastic de scellement des vitrages et le butyle utilisable avec des fenêtres VMS sont décrits au §2.9 du dossier technique.

D'autres scellements peuvent être utilisés sur justifications expérimentales, le vitrage n'étant pas calé selon le NF DTU 39.

Les vitrages doivent être conçus et fabriqués selon le dossier technique du demandeur. Ils doivent faire l'objet d'un marquage précisant la référence VELUX VMS, la date de production (année et semestre), la référence à cet avis technique, et le sigle CCFAT

2.32 Conditions de fabrication

Fabrication des profilés pultrudés

De façon générale, la fabrication des profilés fait l'objet d'un contrôle permanent défini dans le Dossier Technique et dont les résultats sont consignés dans un registre.

La régularité, l'efficacité et les conclusions de cet autocontrôle doivent être vérifiées régulièrement par le CSTB ; il en sera rendu compte au Groupe Spécialisé.

Fabrication des vitrages

L'unité de fabrication des vitrages doit bénéficier d'un certificat de qualification ou d'un suivi dans le cadre de ce DTA.

Compte tenu de la nature du vitrage et de sa mise en œuvre, un suivi sera fait par le CSTB à raison de 2 visites par an avec un essai annuel d'évaluation du risque de pénétration d'humidité sous contrainte permanente.

De façon générale, la fabrication des vitrages fait l'objet d'un contrôle permanent défini dans le Dossier Technique et dont les résultats sont consignés dans un registre.

Les vitrages seront stockés de façon à ne pas induire des risques de casse ou d'altération du scellement.

Fabrication des profilés d'étanchéité

Les compositions utilisées pour la fabrication des profilés d'étanchéité de frappe et de vitrage font l'objet d'une certification au CSTB dont les références codées sont E700 et L751.

2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre doit être effectuée par des entreprises spécialisées et être accompagnée techniquement par Velux (en particulier lors de la phase de démarrage du chantier).

La fenêtre doit être posée avec une pente comprise entre 5° et 25°

La traverse inférieure dormant des modules HVC ne doit pas se situer à moins 2,5 m du sol.

Les travaux de raccordement de la fenêtre aux ouvrages d'étanchéité et de structure doivent être exécutés conformément aux prescriptions du dossier technique et tenir compte des prescriptions relatives de ces ouvrages dans leur DTA particuliers.

Pour les costières à base de bois, les matériaux devront respecter les normes suivantes :

- Le bois massif : série NF EN 14081
- panneau bois lamellé collé : NF EN 14080,
- Panneau bois lamellé croisé : NF EN 16351.

Le recouvrement des raccordements par rapport au haut de la costière doit être supérieur à 40 mm.

En fonction du site, il doit être vérifié que les épaisseurs de vitrage soient conformes aux prescriptions du NF DTU 39, le vitrage étant considéré comme pris en feuillure sur 3 côtés en dépression.

Ce produit n'a pas fait l'objet d'une évaluation avec un store.

L'aspect électrique n'est pas couvert par ce DTA, mais par la directive Machines 98/37/CEE, la Directive EMC 89/336/CEE (2004/108/CEE), la Directive Basse Tension 73/23/CEE, la Directive R&TTE 1999/5/CEE et ses amendements ultérieurs.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation de la fenêtre VMS dans le domaine d'emploi proposé, est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 Août 2022.

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé a fait l'objet d'une consultation du rapporteur du GS5 toiture pour la partie mise en œuvre. Ses recommandations sont décrites dans le présent avis.

Le système VMS est réservé à des mises en œuvre en terrasses inaccessibles au public.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 6

*Pour le Groupe Spécialisé n° 6
Le Président*

Tableau 1 – valeurs Ψ_f pour des fenêtres fixes ou ouvrantes

Modèle	Section	Ψ_{fi} [W/(m.K)]
Fixe (HFC)	1	0,175
	2	0,242
	3	0,128
	4	0,123
	5	0,150
	6A	0,219
	6B	0,236
Ouvrant (HVC)	7	0,144
	8	0,282
	9	0,287
	10	0,120
	11	0,166
	12	0,167
	13	0,143
	14	0,144
	15	0,132
	16	0,145
	17	0,145

Les sections des profilés sont celles représentées aux Figures 1 et 2 en annexe 1 en fin de dossier technique

Tableau 2 – valeurs des U_g , S_g et TL_g

Type du double vitrage	Réf.	U_g (pente 0°)	U_g^{**} (pente 90°)	τ_e	q_i	S_g	TL_g
8-20-33.2 Argon $\epsilon_n=0,03$ * Face 3	10	1,7	1,1	0,45	0,13	0,59	0,77
8-20-33.2 Argon $\epsilon_n=0,02$ * Face 2	11	1,6	1,1	0,21	0,18	0,39	0,49
8-20-55.2 Argon $\epsilon_n=0,03$ * Face 3	10T	1,7	1,1	0,44	0,15	0,59	0,76
8-20-55.2 Argon $\epsilon_n=0,02$ * Face 2	11T	1,6	1,1	0,20	0,22	0,42	0,48

* Valeurs certifiées :

Face 2 : couche SunGuard SN 51/28

** Valeurs virtuelles :

Les valeurs U_g avec une pente à 90° sortent du domaine d'installation possible de la fenêtre de toit VMS. Elles correspondent à une valeur théorique de transmission thermique du vitrage dans le cas virtuel où celle-ci serait installée à la verticale.

Tableau 3 - Coefficient de transmission thermique linéique de la jonction entre fenêtre et costière (référence des liaisons présentée à la Figure 3)

Liaison	Ψ [W/(m.K)]
A	0,07
B	0,00
C	0,32
D	0,03
E	0,14

Tableau 4 – Coefficient de transmission thermique ponctuel des pattes de fixation

Type patte	Symbole	χ [W/K]
Une fixation basse angle	χ_{bas}	0,010
Deux fixations basses juxtaposées	χ^*_{bas}	0,014
Une fixation haute angle	χ_{haut}	0,011
Deux fixations hautes juxtaposées	χ^*_{haut}	0,021

Tableau 5.1 – valeurs des U_w , S_w et T_{gw} pour une fenêtre VMS de dimensions 1000 x 1400 mm

Type du double vitrage	Réf.	U_w (0°)		U_w (90°)**		S_w		TLw	
		HFC	HVC	HFC	HVC	HFC	HVC	HFC	HVC
8-20-33.2 Argon $\epsilon_n=0,03^*$ Face 3	10	1,9	1,9	1,3	1,3	0,52	0,52	0,68	0,68
8-20-33.2 Argon $\epsilon_n=0,02^*$ Face 2	11	1,8	1,8	1,3	1,3	0,35	0,35	0,44	0,44
8-20-55.2 Argon $\epsilon_n=0,03^*$ Face 3	10T	1,9	1,9	1,4	1,4	0,52	0,52	0,68	0,68
8-20-55.2 Argon $\epsilon_n=0,02^*$ Face 2	11T	1,8	1,8	1,4	1,4	0,37	0,37	0,43	0,43

* Valeurs certifiées

Face 2 : couche SunGuard SN 51/28

Les valeurs S_w ont été calculées en conditions d'hiver

**Les valeurs U_w (90°) sortent du domaine d'installation possible de la fenêtre VMS. Elles correspondent à une valeur théorique de transmission thermique de la menuiserie dans le cas virtuel où celle-ci serait installée à l'horizontal.

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Les fenêtres VMS avec ouverture à projection ou fixes, équipés d'un vitrage isolant, sont destinées à être mis en œuvre sur une costière solidaire de l'élément porteur.

Les costières sont dimensionnées conformément au NF DTU 20.12 pour les éléments porteurs de toiture en maçonnerie, au NF DTU 43.4 pour les éléments porteurs de toitures en bois massif, et aux Documents Techniques d'Application des panneaux bois à usage structurel CLT visant l'emploi en toiture.

Il est possible d'associer plusieurs fenêtres (modules individuels) pour former une bande filante.

Les modules fixes portent la référence HFC.

Les modules ouvrants portent la référence HVC, et leur ouverture (à projection) s'opère par la sortie d'une chaîne contrôlée par un moteur intégré dans la traverse basse du dormant.

Les cadres dormants et ouvrants sont fabriqués à partir d'un matériau pultrudé associant fibre de verre et polyuréthane et recouvert d'une laque blanche. Ils sont protégés à l'extérieur par un capotage en aluminium extrudé et laqué.

La pente du produit est comprise entre 5 et 25° (soit entre 9% et 47 %).

2. Constituants

2.1 Profilés pultrudés

2.11 Profilés principaux

Les profilés sont des profilés pultrudés, constitués de fibre de verre et de résine polyuréthane. (Composition moyenne : 25 % PUR – 75 % de fibre de verre)

- Modules ouvrants HVC
 - Référence dormant : 1.a,
 - Référence ouvrant latéral et haut : 2.a,
 - Référence ouvrant bas : 3.a.
- Modules fixes HFC
 - Référence dormant latéral et haut : 4.a,
 - Référence dormant bas : 5.a.

2.12 Traitement de surface

Sur les parties visibles, les profilés pultrudés reçoivent une finition blanche à base de résine bi composante polyuréthane en solution aqueuse. Le durcisseur utilisé est une résine d'isocyanate aliphatique.

Épaisseur des couches

Sur les surfaces visibles, la couche de finition présente une épaisseur comprise entre 40 µm et 60 µm (épaisseur moyenne 50 µm à l'état sec et 100 µm à l'état humide)

2.2 Profilés aluminium

Le traitement de surface est soit une anodisation soit un laquage d'épaisseur (60-120 µm) réf "Noir 2100 Sable YW" de chez Akzo Nobel

- Pareclose latérale ouvrant : réf 1.b. (ep 1.5 mm, anodisé).
- Pareclose haut ouvrant : réf 2.b. (ep 1.5 mm, anodisé).
- Profilé de recouvrement entre module : réf 3.b. (ep 1.5 mm, laqué).
- Profilé recouvrement face avant ouvrant : réf 4.b. (ep 1.5 mm, laqué).
- Recouvrement haut ouvrant : réf 5.b. (ep 1.5 mm, laqué).
- Profilé latéral dormant : ref: 7.b. (ep 1.5 mm, laqué).
- Profilé capot supérieur : 9.b. (ep 1.7 mm, laqué).
- Recouvrement bas profilé de jonction droite/gauche : 10.b. (laqué).
- Profilé recouvrement bas ouvrant : 11.b. (ep 1.5 mm, laqué).

2.3 Autres profilés

- Profilé latéral dormant pour module HVC (ABS) : 1.f.
- Profilé de finition bas dormant pour module HVC (ABS) : 2.f.
- Profilé z en partie basse dormant (PVC gris) : 3.f.

2.4 Etanchéité

- Joint glissant entre ouvrant et dormant (TPV gris, code E700, L751) : réf. 1.c.
- Joint frappe entre ouvrant et dormant (TPV gris, code E700, et L751) : réf. 5.c.
- Joint de vitrage latéral et haut pour HVC (noir, EPDM) : 3.c.1.
- Joint de vitrage latéral et haut pour HFC (noir, EPDM) : 3.c.2.
- Joint de vitrage bas pour HVC (noir, EPDM) : 2.c.1.
- Joint de vitrage bas pour HFC (noir, EPDM) : 2.c.2.
- Joint capot supérieur (noir, EPDM) : 4.c.
- Joint pour profilé Z pour capot inférieur (noir, EPDM) : 6.c.
- Silicone : 7.c.
- Joint pour Canal de drainage (TPV noir, code H700) : 8.c.1 (HVC).
- Joint pour Canal de drainage (TPV noir, code H700) : 8.c.2 (HFC).
- Joint d'étanchéité entre modules (noir, EPDM) : 9.c, 10.c.

2.5 Colle

Colle pour assemblage d'angle des profilés ouvrant et dormant : réf. SikaForce -7720 L105 de la société SIKA qui associe deux composants, un adhésif polyuréthane et le durcisseur SikaForce -7050.

2.6 Pièces métalliques

Toutes les pièces en acier sont traitées par dépôt électrolytique de zinc (16 µm) et passivées par une couche de conversion au chromate conformément à la norme EN ISO 2081 (2008) permettant un classement de grade 3 minimum selon la NF EN 1670

- Supports pièces de jonctions/ pattes de fixation et Ferrures droites/gauches (acier selon EN 10131) : réf. 1.e, 2.e, 5.e1, 5.e2, 6.e1, 6.e2, 7.e, 8.e, 9.e
- Organe fixation moteur : 10.e
- Barre support moteur yoke : 11.e
- Pince de serrage : 12.e.
- Vis, écrous et rivets .

2.7 Isolants

- Bloc isolant pour assemblage dormant (PSE 20kg/m3) : réf :3.g
- Bloc isolant pour assemblage ouvrant (PSE 20kg/m3) : réf :1.g
- Bloc isolant pour HVC (PSE 20kg/m3) : réf 2.g, 4.g.
- Bloc isolant remplacement moteur (PSE 20kg/m3) : réf 5.g.
- Isolants sous capotages extérieurs (PSE 20kg/m3).

2.8 Autres accessoires

- Support de raccord d'étanchéité (ABS) : 4.f1, 4.f2.
- Support clip de connexion entre modules (PA6 noir): 6.f1, 6.f2.
- Guide traverse latérale ouvrant (PA6 blanc) : 5.f.
- Embout capotage bas 4.b (ASA noir) : 13.f.
- Embout capot 9.b (ASA noir): 8.f1, 8.f2.
- Embout capotage haut (ASA noir): 9.f1, 9.f2.
- Cales basse vitrage (PP noir) : 10.f, 17f.
- Cales vitrage (POM): 11.f1 ,11.f2.
- Equerre d'angle dormant fixe (PA6): 11.f.a, 11.f.b.
- Embout traverse latérale ouvrant (ABS blanc): 12.f2.
- Embout traverse latérale basse pour HFC (ABS blanc): 12.f1.
- Support clip de connexion modules (PA6 noir) : 15.f.
- Support cale de vitrage (aluminium anodisé ep 4mm) : 12.b.
- Support de raccord d'étanchéité latéraux (ABS gris) : 18.f.

2.9 Vitrage

Double Vitrage feuilleté intérieur et trempé extérieur 34.7 mm :

Référence	Composition vitrage		
	Verre extérieur	Lame de Gaz	Verre intérieur
8H-20-33.2F (vitrage 10)	8 mm	20 mm Argon	33.2 $\epsilon_n = 0,03 (1)$
8H-20-33.2F (vitrage 11)	8 mm (2)	20 mm Argon	33.2

8H-16-55.2F (vitrage 10T)	8 mm	16 mm Argon	55.2 $\epsilon_n = 0,03 (1)$
8H-20-33.2F (vitrage 11T)	8 mm (2)	16 mm Argon	55.2
(1) Verre peu émissif utilisant la couche réf ClimaGuard Premium2 (2) Verre à contrôle solaire peu émissif utilisant la couche réf SunGuard SN 51/28			

2.91 Espaceurs

Les espaceurs sont des espaceurs Chromatech Ultra F1 de la société ROLLTECH ou ALU PRO. Il peut être utilisé d'autres espaceurs, reconnus équivalents dans le cadre d'une certification. Les cadres espaceurs sont assemblés à l'aide d'une éclisse en polyamide (société CERA).

2.92 Produits d'étanchéité et de scellement

Les mastics d'étanchéité et de scellement suivants sont utilisés pour la fabrication des vitrages VELUX VMS :

- Mastic d'étanchéité Butyl de la société Fenzi ou GD 115 de la société Kömmerling
- Mastic de scellement polysulfure Thiover F/1 de la société Fenzi ou mastic de scellement GD 677 NA de la société Kömmerling.

La hauteur minimale de l'interface vitrage et mastic de scellement est de 7 mm minimum.

Il pourra être utilisé d'autres butyls considérés équivalents dans le cadre d'une certification.

L'utilisation d'un autre mastic de scellement devra faire l'objet d'une évaluation spécifique (essai de pénétration d'humidité avec mesures de gaz, avec mise en charge du composant verrier non calé).

2.93 Déshydratant

Le tamis moléculaire utilisé est le Phonosorb 551 de Grace. Le remplissage en déshydratant est fait sur les quatre côtés du cadre.

Il pourra être utilisé d'autres déshydratants reconnus équivalents dans le cadre d'une certification.

2.10 Raccords toiture

Les raccords sont en aluminium d'épaisseur 1 mm, sous lesquels une plaque en PSE de 10mm est collée. Une couche de laque PvDF est appliquée sur chaque face (épaisseur 25 µm côté extérieur, et 5 µm côté intérieur).

- Partie haute : réf 4.h.
- Angle partie haute : réf 1.h1 (gauche), 1.h2 (droite).
- Partie latérale : réf 5.h.
- Angle partie basse : réf 2.h1 (gauche), 2.h2 (droite).
- Partie basse : réf 3.h.

3. Éléments

3.1 Cadres dormants

Le cadre dormant est assemblé par vissage à l'aide de pièces métalliques réf 5.e.1 et 6.e.1 pour les modules fixes HFC (réf 5.e.2 et 6.e.2 pour les modules ouvrants HVC) en traverse haute et 7.e et 8.e en traverse basse après coupe à 45°

Le profilé 1a est utilisé pour les cadres dormant avec ouvrant (module HVC). L'assemblage d'angle est préalablement préparé par l'insertion d'une pièce de maintien d'angle dans les profilés (réf 11.f.a) après insertion des blocs isolants en PSE.

Cette pièce de maintien d'angle assure la stabilité de l'assemblage du cadre pendant la phase de production cependant le maintien principal est assuré par les supports d'angles en acier.

Les profilés 4a et 5a sont utilisés pour les cadres fixes dormant (module HFC). L'assemblage d'angle est préalablement préparé par l'insertion d'une pièce de maintien d'angle dans les profilés (réf 11.f).

Dans le cas d'un module HVC, Le cadre dormant reçoit les garnitures d'étanchéité principales entre ouvrant et dormant et le boîtier moteur fixé en traverse basse aux extrémités sur les équerres 7.e et 8.e.

La traverse basse comporte un profilé élastomère (6.c) fixé sur le profilé 3.f. qui limite les infiltrations d'eau

Les profilés latéraux et haut formant parclose 1.b et 2.b sont fixés par vissage sur les profilés dormant 4.a pour le module fixe HFC

Les bouchons 12.f.1 sont mis en place en partie basse aux extrémités des profilés 4.a pour les modules fixes HFC, et les bouchons 12.f.2 sont mis en place en partie basse aux extrémités des profilés 2.a pour les modules ouvrables HVC.

3.2 Cadres ouvrants (modules HVC uniquement)

Le cadre ouvrant est constitué du profilé réf 2a sur 3 côtés et du profilé réf 3a en traverse basse. Il reçoit les garnitures d'étanchéité principale du vitrage et les supports de cales de vitrage en partie basse.

Il est assemblé par pièces métalliques réf 1.e/2.e en partie haute et 9.e en partie basse après coupe à 45° et insertion des blocs isolants en PSE. La liaison assurée par préalablement préparé par l'insertion d'une pièce de maintien d'angle dans les profilés (réf 11.f.b).

Cette pièce de maintien d'angle assure la stabilité de l'assemblage du cadre pendant la phase de production cependant le maintien principal est assuré par les supports d'angles en acier pour la partie haute. Pour la partie basse, l'assemblage est assuré par le vissage des profilés dans la pièce 11.fb

Les profilés latéraux et haut formant parclose 1.b et 2.b sont fixés par vissage sur les profilés ouvrant 2.a pour les modules ouvrables HVC.

Le cadre ouvrant est constitué du profilé réf 2a sur 3 côtés et du profilé réf 3a en traverse basse. Il reçoit les garnitures d'étanchéité principale du vitrage et les supports de cales de vitrage en partie basse.

Il est assemblé par pièces métalliques réf 1.e/2.e en partie haute et 9.e en partie basse après coupe à 45° et insertion des blocs isolants en PSE. La liaison est complétée par injection de la colle SikaForce -7720 L105 dans la chambre des profilés.

Cette colle assure la stabilité de l'assemblage de la structure pendant la phase de production cependant le maintien principal est assuré par les supports d'angles en acier.

Les profilés latéraux et haut formant parclose 1.b et 2.b sont fixés par vissage sur les profilés ouvrant 2.a pour les modules ouvrables HVC.

3.3 Ferrage et condamnations

Sur le module HVC, l'ouverture se fait par 2 paumelles en acier vissées sur la traverse haute du dormant.

L'ouverture se fait à l'aide d'un moteur à chaîne.

Le seul point de verrouillage est donné par la chaîne du moteur du côté opposé aux paumelles.

3.4 Manœuvre

La fenêtre VMS fonctionne à l'aide d'un moteur électrique VELUX à chaîne pouvant être piloté via le protocole io-homecontrol ® par télécommande ou par système externe de gestion technique du bâtiment.

- capacité de charge du moteur : 130 kg,
- Protection IP 44,
- Alimentation électrique : 24V- 4A - 100W,
- Distance d'ouverture : 14 cm.

Le moteur est vissé dans un boîtier en aluminium anodisé lui-même fixé par vissage en extrémité sur les équerres 7.e et 8.e.

La chaîne du moteur est fixée par une vis sur l'organe de fixation 10.e qui est vissé sur le yoke 11.e lui-même vissé sur les équerres d'assemblages de l'ouvrant 9.e, assurant ainsi le mouvement de l'ouvrant pour le module HVC. La chaîne est en inox.

3.5 Profilés de capotage

En cas de module installés bord à bord, les clips 6.f.1 sont insérés dans les supports 6.f.2 (pour module fixe HFC) et 15.f (pour module ouvrable HVC) afin de solidariser les modules 2 à 2.

Le profilé de recouvrement 5.b est clippé sur le profilé 2.b en partie haute, et le profilé 4.b est clippé sur le profilé de recouvrement du verre décalé 11.b. Les embouts 9.f.1 et 9.f.2 sont ensuite montés sur le profilé 5.b en partie haute, et les embouts 13.f sont montés sur le profilé 4.b en partie basse.

Les profilés de jonction latérale entre modules 3.b sont clippés sur les profilés 1.b une fois le/les modules installés. Les embouts 10.b sont ensuite insérés en extrémité basse.

Le capot 9.b est installé sur les embouts support 4.f.1 en partie haute. Les embouts 8.f.1 et 8.f.2 sont ensuite montés.

3.6 Vitrage

L'étanchéité est réalisée :

- En intérieur sous le vitrage par un profilé en EPDM réf. 3.c1 ou 3.c2 sur les montants et la traverse haute et un profilé en EPDM réf. 2c1 ou 2.c2 pour la traverse basse.
- En extérieur par un cordon de silicone

Les vitrages sont fabriqués par la Société PressGlass à Poczesna (PL).

Tous les éléments conçus pour recevoir un vitrage isolant de 34 à 35 mm d'épaisseur à bord décalé en traverse basse bénéficiant d'un suivi CSTB.

Extérieurement le vitrage est maintenu par une parclose en aluminium vissée sur les montants et sur la traverse haute.

En traverse basse, le vitrage est recouvert par un capotage réf. 11.b

Le double vitrage est calé sur les montants et en traverse basse.

Le calage du vitrage en traverse basse dépend de la nature du module. Il se fait uniquement sur le verre intérieur :

- Module HVC : il repose sur 2 cales réf 10.f clippées sur le yoke réf 11.e.
- Module HFC : il repose sur 2 cales réf 17.f clippées sur les supports 12.b qui sont vissés sur le profilé dormant 5.a.

Les vérifications relatives aux vitrages isolants **VELUX VMS** sont réalisées selon la norme NF DTU 39.

En complément, des vérifications relatives au comportement mécanique des vitrages isolants sous charges climatiques (élévation de température, altitude) doivent être réalisées.

Il est vérifié :

- que l'effort maximal par unité de longueur dans le scellement est inférieur ou égal à 1,12 daN/cm.
- que la contrainte maximale dans les produits verriers (due à l'échauffement de la lame d'air et à la différence d'altitude) est inférieure ou égale à 20 MPa pour les produits verriers recuits, 35 MPa pour les vitrages dits « durcis » et 50 MPa pour les produits verriers trempés.

Ces vérifications sont réalisées à partir des informations suivantes :

- hauteur et largeur du vitrage isolant,
- épaisseur de produits verriers,
- épaisseur de la lame d'air,
- caractéristiques énergétiques des composants verriers,
- différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication des vitrages isolants, et le cas échéant l'altitude de transit,
- température ambiante extérieure maximale et température ambiante intérieure,
- orientation du vitrage,
- présence de store et de corps de chauffe à proximité du vitrage, de paroi opaque ou de masque, d'objet opaque appliqué contre le vitrage.

3.7 Dimensions

- Les dimensions et la description des côtes utiles sont données dans les schémas du dossier technique : 100300 signifiant des dimensions de 100 cm par 300 cm.

4. Fabrication

La fabrication s'effectue en deux phases distinctes :

- Fabrication des profilés ouvrants et dormants par pultrusion,
- Assemblage des profilés puis mise en place du vitrage et des accessoires.

4.1 Fabrication des profilés pultrudés

4.11 Pultrusion des profilés

Les profilés des cadres dormants et ouvrants sont réalisés en matériau pultrudé par la société VELUX dans son usine de Grindsted (DK), selon les spécifications détaillées réf. 233120

En particulier en cours de fabrication, il est réalisé les contrôles suivants :

- Contrôle de température de la filière et de la résine.
- Contrôle du dosage des composants de la résine.
- Mesure de temps de crème et de durcissement de la résine.

Sur produit finis, les contrôles sont :

- Dimensions, géométrie, aspect : 8 fois par 24h.
- Densité : 2 fois par équipe (>1,8g/cm³).
- Essais de chocs 3J : 1 fois par semaine.
- Taux de cendre : 1 fois par mois minimum avec calcul du pourcentage de fibre de verre.
- Essais de flexion : 1 fois par mois minimum.

4.12 Laquage des profilés pultrudés

La société VELUX réalise les contrôles suivants :

- Mesure de l'épaisseur de la laque (humide) : toutes les 10 longueurs
- Préparation du support : mesure tension de surface (test au crayon) : toutes les 25 longueurs

Sur produit finis :

- Test de quadrillage : toutes les 36 longueurs (classe 1).
- Aspect visuel.

4.2 Fabrication des vitrages

Les vitrages isolants VELUX VMS sont fabriqués par la société Press-glass dans l'usine de Radomsko (PL). Cette fabrication fait l'objet d'un suivi régulier effectué par le CSTB.

Les règles de fabrication et de contrôle de ces vitrages répondent aux exigences du marquage CE, complétés de contrôles additionnels. Les contrôles principaux sont résumés en annexe 2 à 4 du dossier technique.

4.3 Assemblages des fenêtres

Les fenêtres sont fabriquées dans l'usine VELUX de Ostbirk (DK).

Toutes les phases importantes de la fabrication sont contrôlées en particulier les dimensions de la fenêtre et les assemblages.

Avant que les fenêtres ne soient emballées, un contrôle final complet est effectué tous les 25 modules par prélèvement. Leur fonctionnement et leur aspect sont vérifiés.

Tous ces contrôles sont consignés sur registre.

Le silicone est préalablement déposé sur la parclose à l'aide d'une machine qui permet de contrôler la quantité appliquée puis est écrasé au montage de la parclose.

Le contrôle de la section de silicone assurant le calfeutrement principal du vitrage est réalisé à l'aide d'un gabarit toutes les 2h.

5. Mise en oeuvre

5.1 Principes et organisation

La fenêtre VMS est destinée aux toitures-terrasses inaccessibles ou à zones techniques, et aux toitures inclinées, situées en climat de plaine suivant les normes DTU série 43 et Documents Techniques d'Application comprenant :

- Toitures inaccessibles, toitures techniques ou à zones techniques, avec revêtement d'étanchéité apparent, ou sous une protection rapportée.
- Terrasses et toitures végétalisées.
- Sur costières isolées ou non isolées thermiquement
- Remarque : Le poseur devra disposer du plan de la rehausse pour ne pas se fixer dans l'isolant

5.2 Support de Mise en oeuvre

Les fenêtres VMS sont installées sur une costière dimensionnée pour recevoir un équipement et est solidaire de l'élément en béton ou bois, respectivement conformes aux DTU 43.1 et DTU43.4.

Ces dimensions doivent permettre de reprendre les efforts liés à la présence des modules VMS et permettre la réalisation des relevés d'étanchéité de toiture conformément aux DTA des revêtements d'étanchéité.

Les dimensions des costières définies dans le présent document répondent aux exigences des NF DTU série 43. Le dimensionnement vis-à-vis de la structure du bâtiment se fait selon la norme NF EN 1995-1-1

Les modules sont fixés sur la rehausse par des pattes de fixations conçues pour être fixées sur du bois ou un aplat en acier.

Le positionnement des aplats métalliques destinés à fixer les modules au support (distance entre les 2 aplats et delta de hauteur entre les 2 aplats) est définie par la société VELUX et fourni à l'entreprise de pose lors de la commande du/des modules en fonction de leur(s) dimensions et de la pente retenue pour le chantier.

Les ancrages doivent être réalisés dans l'élément en béton ou en bois en dehors des zones étanchées.

En présence d'un isolant thermique vertical en relevé, les revêtements d'étanchéité sont rabattus sur la face supérieure de la costière sur une largeur de 15cm minimale et soudés sur la face supérieure de la costière sur une largeur minimale de 6 cm.

5.3 Mise en oeuvre de la fenêtre

La mise en oeuvre des fenêtres est effectuée par des équipes de couvreurs ou des sociétés spécialisées dans les travaux d'étanchéité de toiture.

Sur site, les produits sont livrés palettisés et sanglés, adaptés au grutage. Chaque palette/ installation est livrée avec le raccordement d'étanchéité dédié et tous les éléments nécessaires à l'installation identifié par palette.

La société Velux s'engage à fournir une assistance technique lors de la pose.

5.31 Fixation

Le module (HVC ou HFC) est positionné en partie haute et basse de sorte à ce que les pattes de fixation soient alignées avec l'aplat métallique support définit dans le dossier technique.

Les pattes sont maintenues sur l'aplat par l'intermédiaire des pinces 12.e par un assemblage vis + écrou.

Dans le cas de l'installation de 2 modules ou plus, ces derniers sont ensuite solidarités 2 à 2 par vissage de leurs pattes de fixation respectives.

5.32 Juxtaposition de modules

Les modules peuvent être posés et assemblés côte à côte pour former une bande filante.

Les supports de clip de connexion entre module 15.f (pour module ouvrable HVC) et 6.f.2 (pour module fixe HFC) sont vissés dans les profilés dormants 1.a et 4.a.

5.33 Film de liaison au pare vapeur BCX

Le film de liaison au pare vapeur BCX est utilisée pour assurer le calfeutrement à l'air du système et faciliter le raccordement entre le film pare vapeur de partie courante et les modules ouvrants ou fixes HVC et HFC.

La bande est constituée d'un film polyéthylène de largeur 200 mm et d'épaisseur : 155 µm (± 10%), sur lequel est soudé un joint en EPDM sur toute la longueur. Le joint permet la liaison au cadre dormant en s'intégrant dans une rainure située sur la face extérieure des profilés dormant.

La liaison entre le film de liaison BCX et le pare vapeur de partie courante sera traitée selon les dispositions du système de partie courante. Par exemple à l'aide de la bande adhésive de jonction associée au pare vapeur de partie courante.

En cas d'absence de pare-vapeur, le film BCX doit être étanché sur le support de la costière.

5.34 Raccordements

Les raccordements comprennent les pièces métalliques assurant le recouvrement des relevés d'étanchéité de la costière, les profilés latéraux de la fenêtre (à fixer sur dormant) ainsi que le profilé bas du dormant.

Une cote de 20 mm minimale entre les raccordements et le revêtement d'étanchéité doit être respectée.

Les pièces de fixation latérales sont livrées avec la fenêtre.

La liaison entre les raccordements s'effectue par recouvrement.

Les raccords en partie courante sont ajustés à dimensions.

Les pièces 4.f.1 et 4.f.2 qui servent au support des raccordements en partie haute et basse des modules sont installés sur les pattes de fixation hautes et basse. En partie latérale, les pièces 18.f sont fixés par vissage sur les profilés 1.a ou 4.a.

Les pièces de raccordement 3.h (traverse basse), 4.h (traverse haute), 5.h (traverses latérales) et 1.h/2.h (angles hauts et bas) sont ensuite vissées sur les supports 4.f.1, 4.f.2 et 18.f, après interposition d'une rondelle d'étanchéité.

Le maintien des différentes pièces de raccordement 2 à 2 est assuré par pliage et vissage (vis avec rondelles d'étanchéité).

6. Entretien

6.1 Nettoyage de la fenêtre

Les surfaces en aluminium et les vitrages peuvent être nettoyées avec de l'eau et un détergent ménager ordinaire, non abrasif et non corrosif.

Les surfaces en polyuréthane ne nécessitent pas d'entretien particulier, mais comme les autres surfaces peuvent être nettoyées avec de l'eau et un détergent ménager ordinaire, non abrasif et non corrosif

Les charnières et les supports sont sans entretien.

Il est recommandé de nettoyer les modules au moins une fois ou deux par an selon le type d'installation.

6.2 Nettoyage des costières

Afin de garantir le bon fonctionnement en ouverture/fermeture des modules HVC, les vitrages et raccords d'étanchéité doivent faire l'objet d'un entretien régulier afin notamment de supprimer la présence de feuilles et branchages éventuels, voire de neige en période hivernale.

Par ailleurs, il est important de limiter au maximum les phénomènes de stagnation d'eau de pluie ou de neige en périphérie des raccords d'étanchéité.

Enfin avant toute intervention pour entretien ou maintenance, l'alimentation électrique des moteurs devra être stoppée.

7. Recyclage

Concernant la gestion des déchets en lien avec le cycle de vie du produit, il convient de distinguer la production, la mise en œuvre et la fin de vie.

Pour les déchets générés en phase de production en particulier les profilés pultrudés, la valorisation énergétique par un opérateur externe est privilégiée.

Pour la phase de mise en œuvre, il n'y a pas de génération de déchets autres que ceux d'emballages puisque les modules sont fabriqués en usine et simplement assemblés en verrière sur chantier.

Pour ce qui concerne la fin de vie, il n'existe pas à ce jour de filière spécifique organisée pour le traitement des composites pultrudés, mais les déchets générés sont à classer en déchets non dangereux non inertes ou en déchets inertes au sens de la classification sur les déchets.

8. Assistance

La mise en œuvre doit être effectuée par des entreprises spécialisées et être accompagnée techniquement par Velux (en particulier lors de la phase de démarrage du chantier).

B. Résultats expérimentaux

Essais sur les fenêtres

a) Essais effectués par le CSTB

- Essais mécaniques spécifiques avec perméabilité à l'air avant et après sur fenêtre HVC 1000 x 2400 mm (RE CSTB BV16-0907, BV19-0563).
- Essais de perméabilité à l'air sous gradient de température sur fenêtre HVC 1000 x 2400 mm (RE CSTB BV15-247).
- Essais endurance ouverture / fermeture avec perméabilité à l'air avant et après sur fenêtre HVC 1000 x 2400 mm avec vitrage 10-16-55.2P (RE CSTB BV16-0908, BV19-0564).
- Essais AEV sur un ensemble de 3 modules (2 HFC et 1 HVC) de 1000 x 2400 mm chacun (RE CSTB BV14-1190).

b) Essais effectués par VELUX

- Essais de choc mou à 1200J sur modules HVC 675 x 1600 mm et 1000 x 3000 mm (rapport VELUX 143369F).
 - Essais AEV sur un Module HVC de 1000 x 2400 mm avec joint L751 (RE VELUX 0301/435282-4209).
 - Essais d'étanchéité à l'eau en soufflerie sur 2 modules 800 x 2200 mm (RE VELUX 150468).
- #### c) Essais effectués par d'autres laboratoires
- Essais AEV sur un Module HVC de 900 x 2400 mm (RE DTI 0301/435282-4209).
 - Essais AV sur un Module HVC de 1000 x 2400 mm (RE DTI 0301/562807-1).
 - Essais de charge répartie sur module HFC 1000 x 2400 avec pattes de fixation (RE DTI 0301/770332-1, 0301/740876-1).

Essais sur les profilés

a) Essais effectués par le CSTB

- Essais de masse linéique, retrait, chocs et taux de cendre sur profilés pultrudés (RE CSTB BV16-1182).
- Mesure colorimétrie et module de flexion avant et après 4000h au WOM CI5000 sur profilé pultrudé (RE CSTB BV13-602).
- Mesure colorimétrie et échelle des gris sur profilé PVC réf 3f avant et après 2000h au WOM CI5000 (RE CSTB BV16-0990).
- Mesure colorimétrie, échelle des gris et quadrillage avant et après 2 ans à Bandol profilé pultrudé (RE CSTB BV16-0790).
- Essais de flexion 200000 cycles sur profilés pultrudés témoins et après 2 ans à Bandol (RE CSTB BV17-0319 et BV17-0320).

b) Essais effectués par VELUX.

- Essais au brouillard salin sur pattes de fixation (RE VELUX 150480).
 - Essais de pelage sur membrane BCX (RE 149347).
 - Essais d'arrachement des vis sur 18f sous contrainte thermique (RE 154543).
- #### c) Essais effectués par d'autres laboratoires
- Essais de tenue des pattes de fixation (traction et compression), essais de flexion sur cadre avec pattes de fixation (RE MPA 902 6776 000 PB BTV).
 - Essais de traction, compression et flexion 3 points sur profilés pultrudé (RE MPA et 902 6776 000 GB GFK).
 - Essais au brouillard salin sur pattes de fixation (RE EXOVA T119153-1, RE Element materials technologie T129688-1)

- Essais de résistance à la pénétration d'humidité sur vitrage isolant avec contrainte de cisaillement permanente (RE CEBTP BEB7D 0087).
- Essais de réaction au feu sur fenêtre VMS avec vitrage 10 et 10T (RE DBI PCA10016/13173 et PCA10033/13358).

Essais sur les vitrages :

a) Essais effectués par le CSTB

- Essais de résistance à la pénétration d'humidité sur vitrages isolants avec mastic de scellement GD677NA et contrainte de cisaillement permanente (BV18-0135 du 15 février 2018).
- Essais de résistance à la pénétration d'humidité sur vitrage isolant avec mastic de scellement Thiover F/1 et contrainte de cisaillement permanente (BV18-0473 du 23 mars 2018).

b) Essais effectués par d'autres laboratoires

- Essais de résistance à la pénétration d'humidité sur vitrage isolant avec contrainte de cisaillement permanente, avec mastic GD 677 (RE CEBTP BEB7D 0087).

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé VMS ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Références de chantier

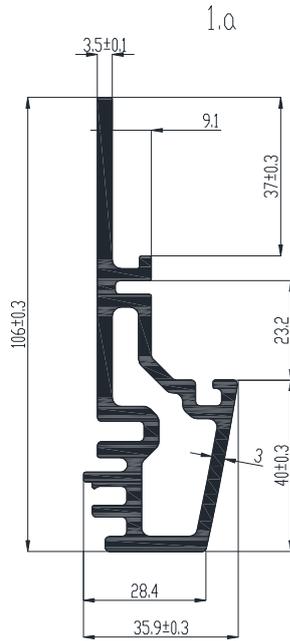
5000 modules mis en œuvre depuis 2013.

⁽¹⁾ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS

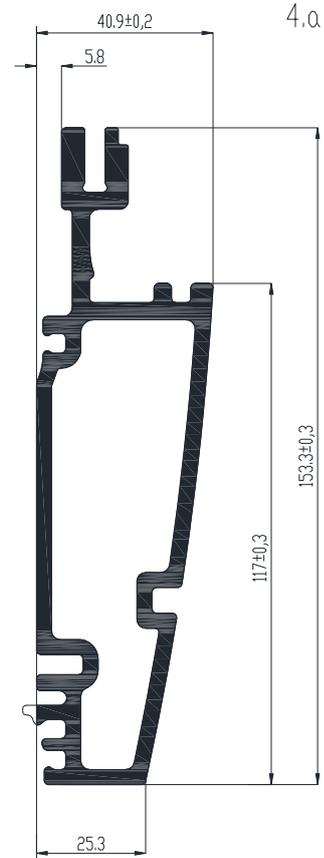
Tableaux et figures du Dossier Technique

Profils pultrudés

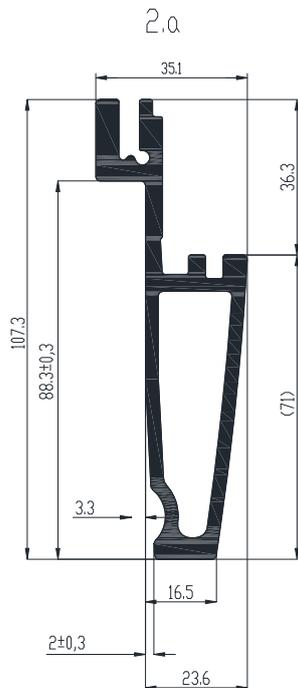
Profilé Dormant module ouvrant HVC



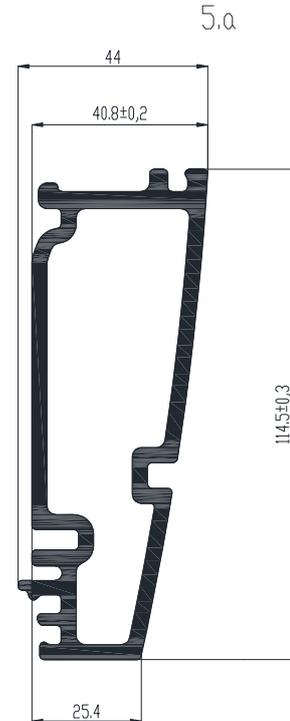
Profilé traverse haute/latérale
- Module Fixe HFC



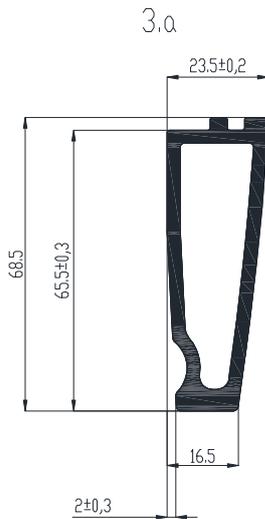
Profilé Ouvrant traverse haute/latérale
- Module Ouvrant HVC



Profilé traverse basse
- Module Fixe HFC

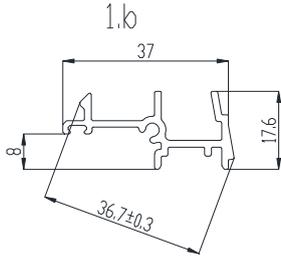


Profilé Ouvrant traverse basse
- Module Ouvrant HVC

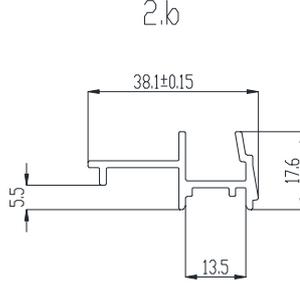


Profils aluminium

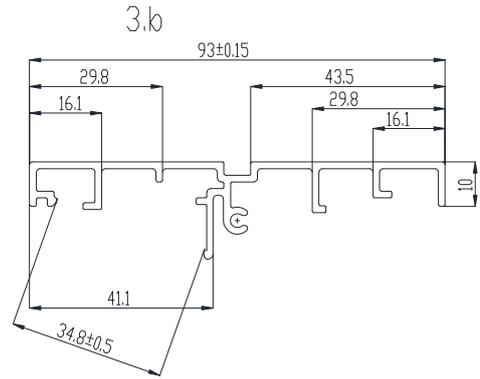
Profilé latéral parclose



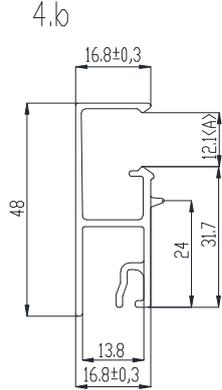
parclose haute ouvrant



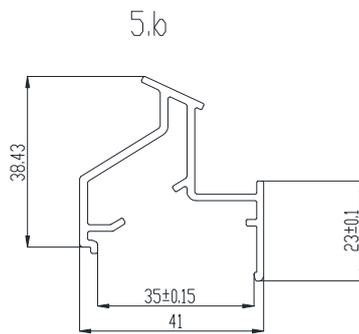
Profilé de jonction latérale entre modules



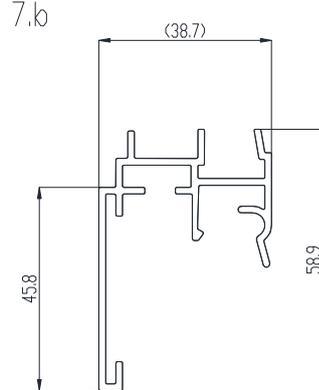
Profilé de recouvrement bas ouvrant



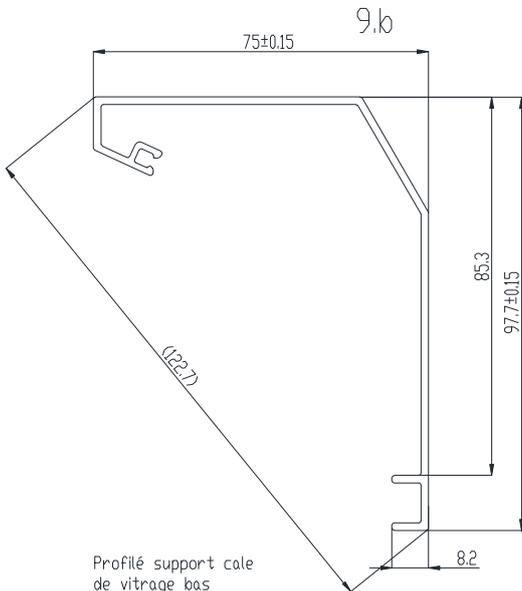
profilé de recouvrement haut ouvrant



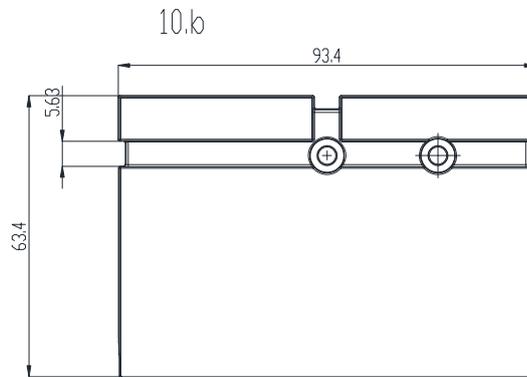
Profilé de recouvrement latéral en bord de verrière



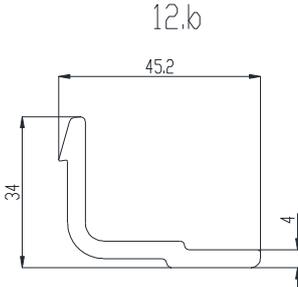
Profilé Capot



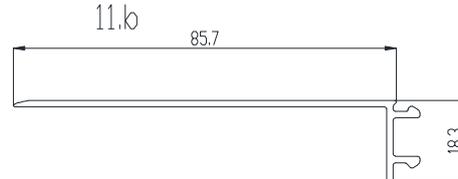
Embout Profilé de jonction latérale entre modules gauche/droit



Profilé support cale de vitrage bas



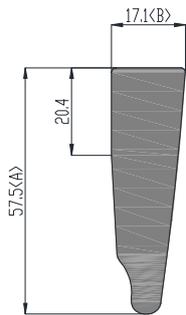
Profilé de recouvrement verre décalé bas



isolants

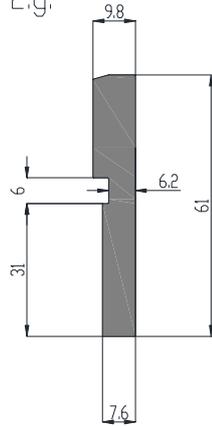
Bloc PSE de blocage colle
- Profilé Ouvrant

1.g.



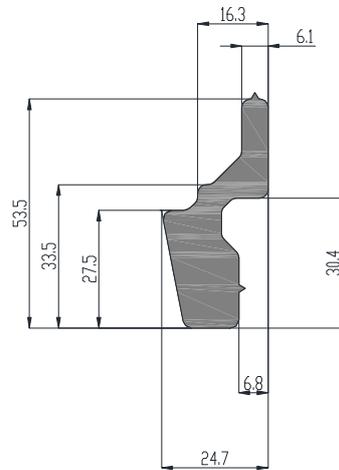
Bloc isolant PSE - Profilé
Dormant haut/latéral pour
module Ouvrant

2.g.



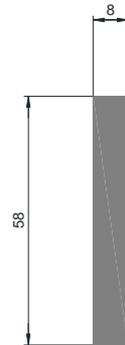
Bloc PSE de blocage colle
- Profilé Dormant pour
module Ouvrant

3.g.



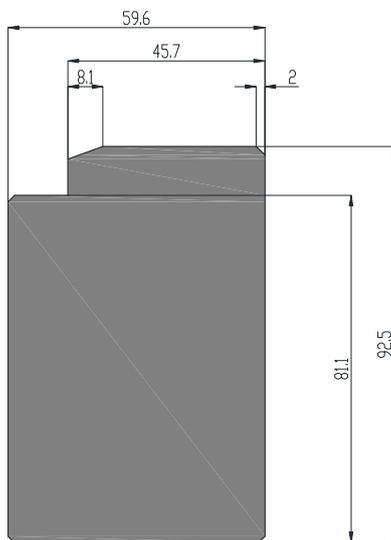
Bloc isolant PSE - Profilé Dormant
bas pour module Ouvrant

4.g.



Bloc isolant PSE - Profilé Dormant
bas pour module Fixe

5.g.



autres profilés

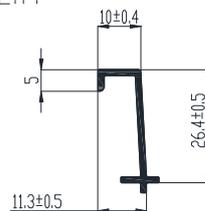
Profilé latéral dormant avec
joint coextrudé pour module Ouvrant

1.f.



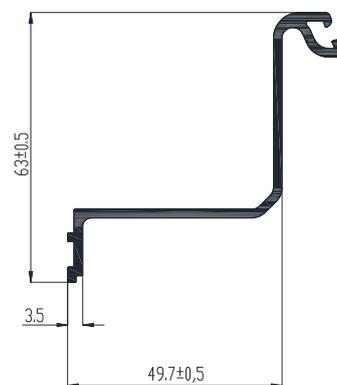
Profilé bas de finition dormant
pour module ouvrant

2.f.



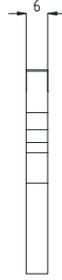
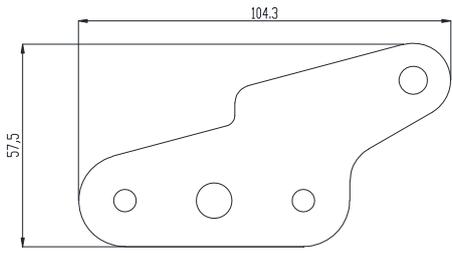
Profilé Z

3.f.

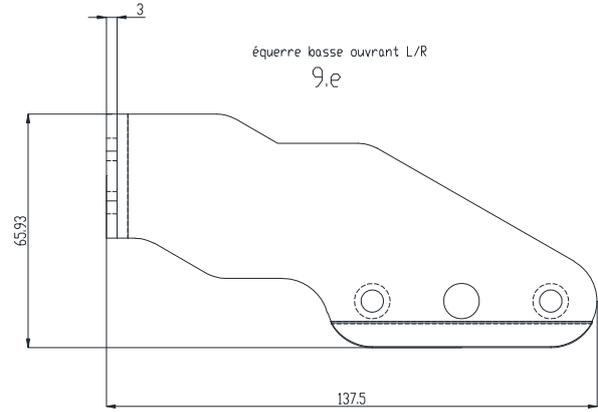


accessoires

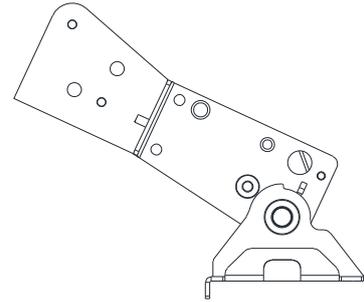
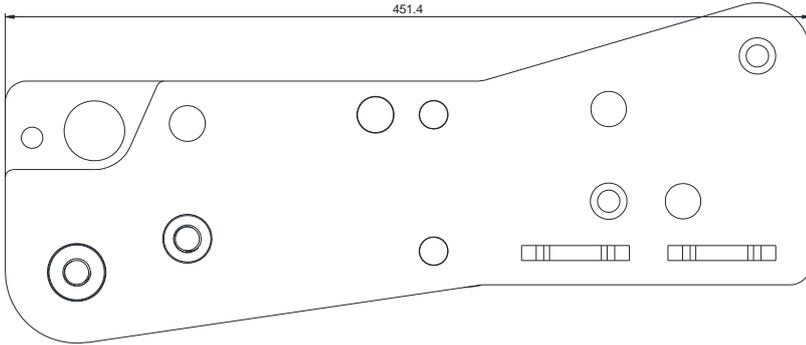
ferrage ouvrant haut L/R
1.e / 2.e



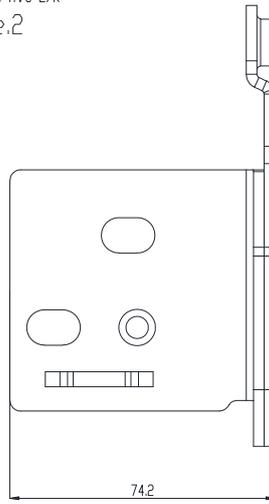
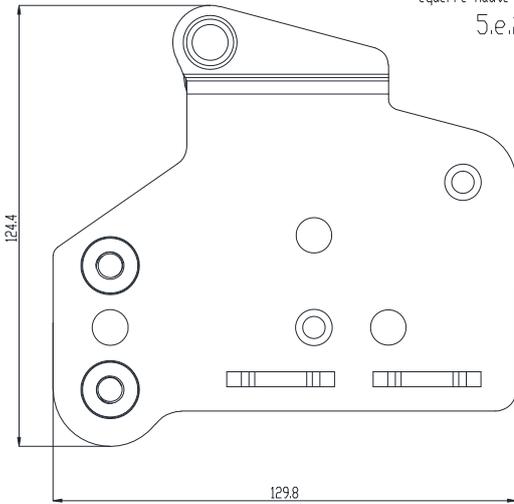
équerre basse ouvrant L/R
9.e



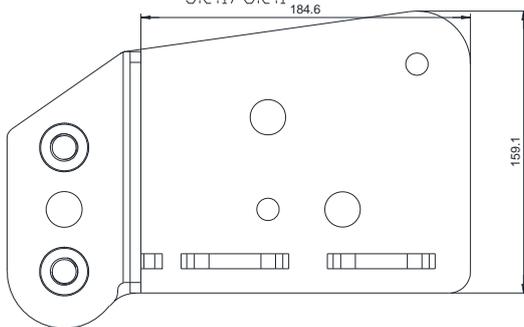
patte de fixation basse dormant L/R
7.e./8.e.



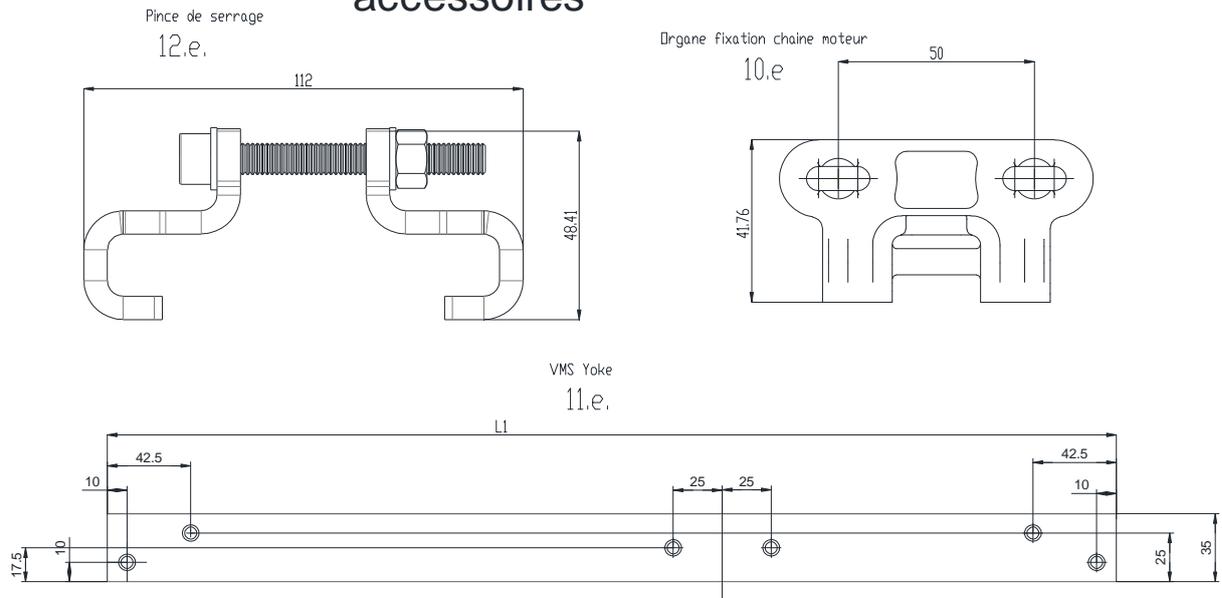
équerre haute dormant HVC L/R
5.e.2/6.e.2



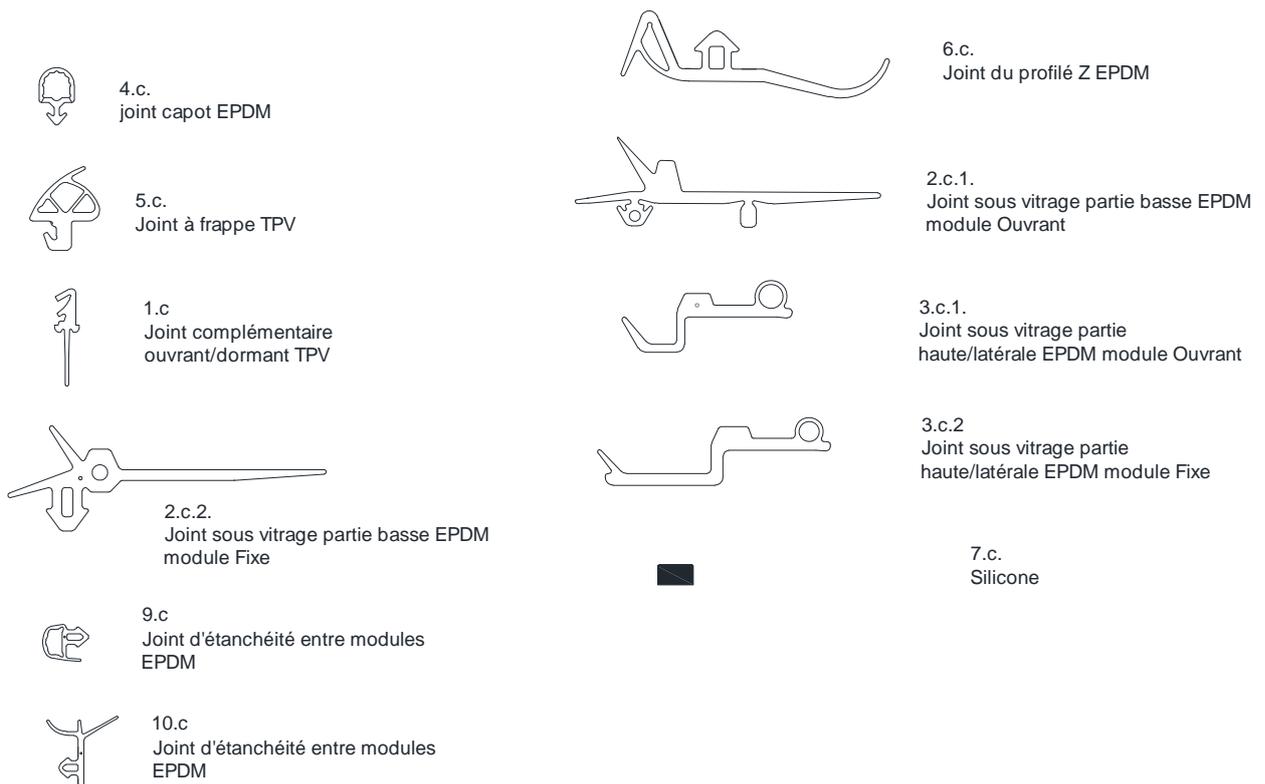
équerre haute dormant HFC L/R
5.e.1/6.e.1



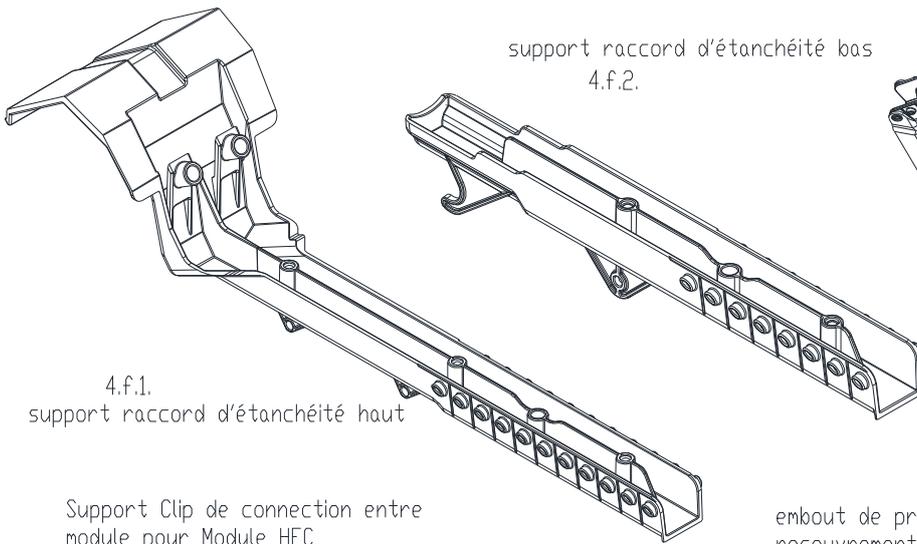
accessoires



garnitures d'étanchéité



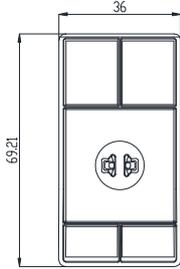
accessoires



4.f.1.
support raccord d'étanchéité haut

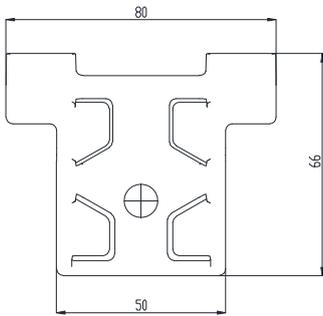
support raccord d'étanchéité bas
4.f.2.

Guide traverse
latérale Ouvrant
5.f.



Support Clip de connection entre
module pour Module HFC
6.f.2

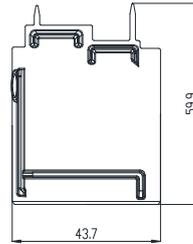
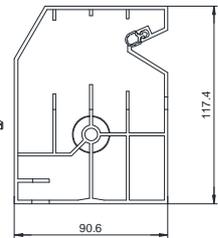
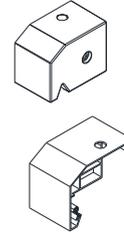
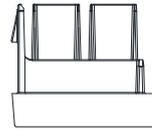
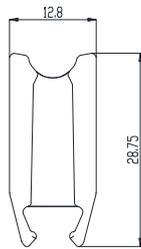
embout de profilé de
recouvrement latéral L/R



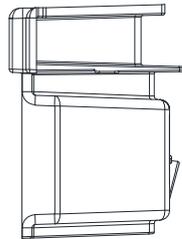
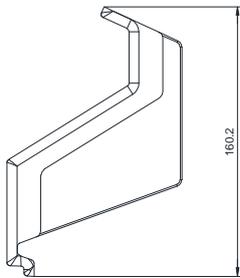
Clip de connection entre module
6.f.1.

7.f.1/7.f.2.

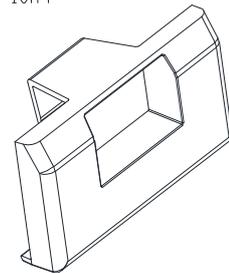
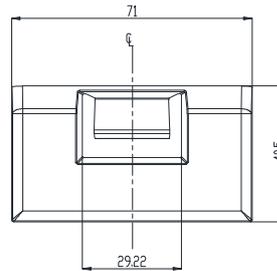
Embout capot gauche/droit
8.f.1 / 8.f.2



EC-SC1 Top sash end cap, R/L
9.f.1/9.f.2.

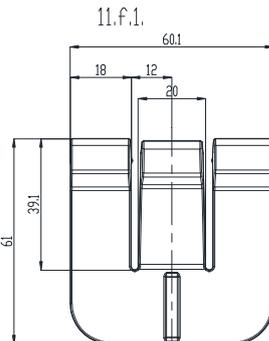
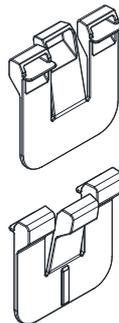
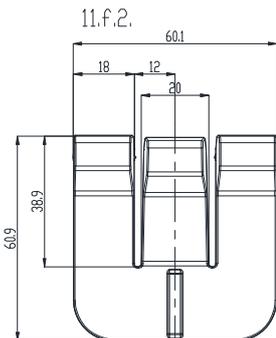


Cale basse vitrage
Module Ouvrant
10.f.



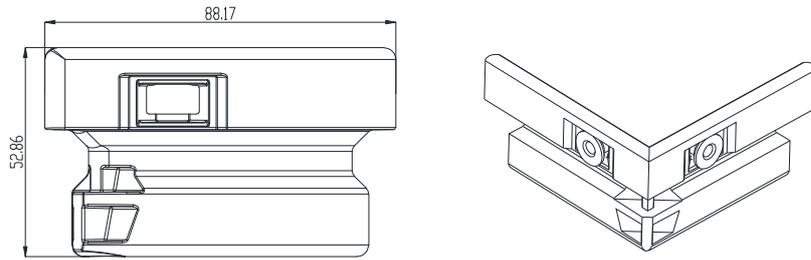
Cale vitrage supplémentaire

Cale vitrage principale

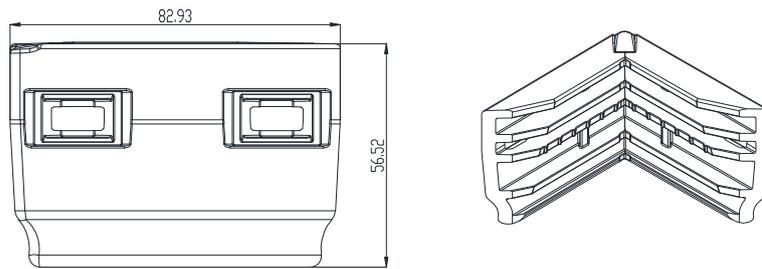


accessoires

équerre d'angle dormant 11.f.a

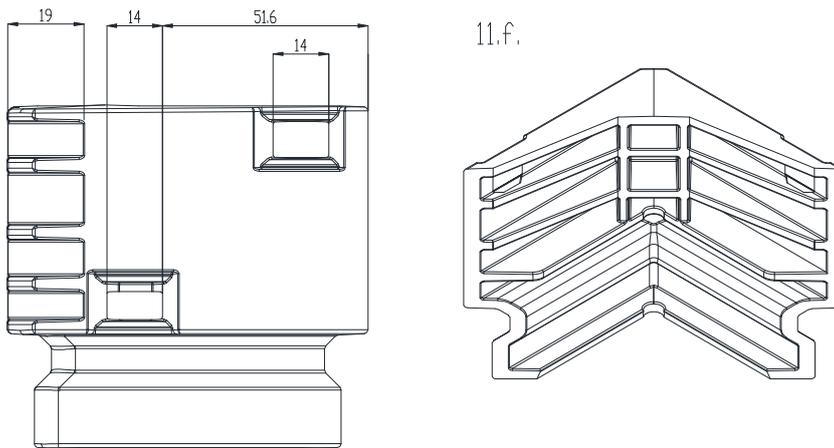


équerre d'angle ouvrant 11.fb

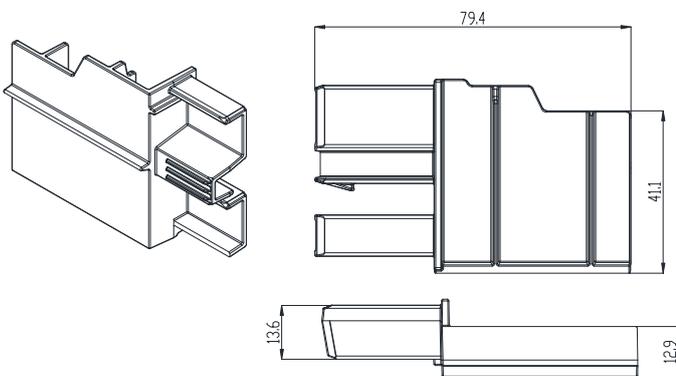


Equerre intégrée de raccordement entre traverse latérale et basse module HFC

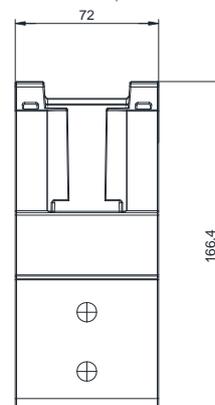
11.f.



embout capotage bas L/R PC PBT 13.f.



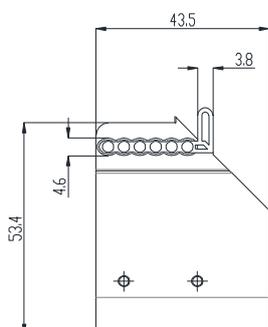
15.f.Support Clip de connection entre module pour module HVC



accessoires

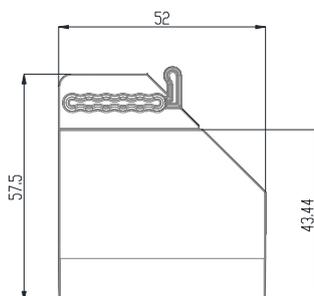
Canal de drainage pour module HVC, gauche/droit

8.c.1



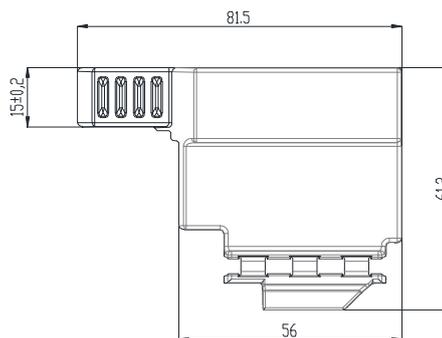
Canal de drainage pour module HVC, gauche/droit

8.c.2



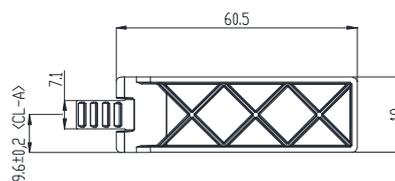
Embout traverse latérale en partie basse Module HFC

12.f.1.



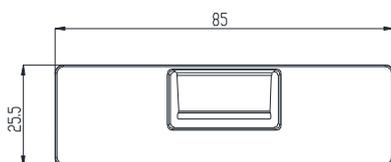
Embout traverse latérale Ouvrant en partie basse Module HVC

12.f.2.



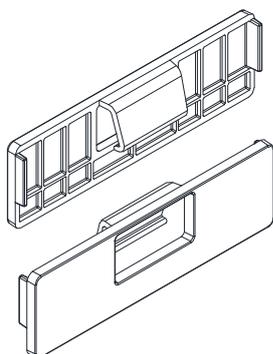
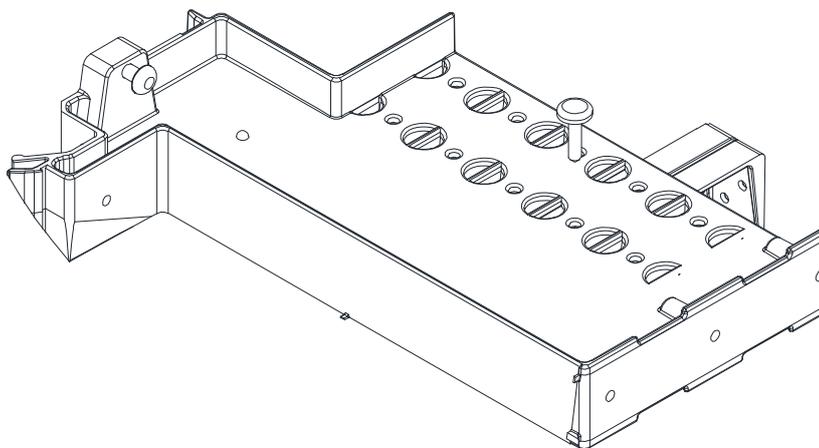
Glazing Support Botton HFC

17.f.



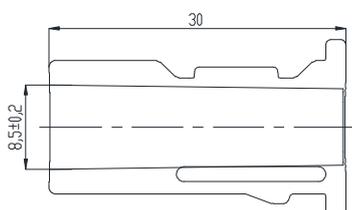
18.f.

Support de raccord d'étanchéité latéraux

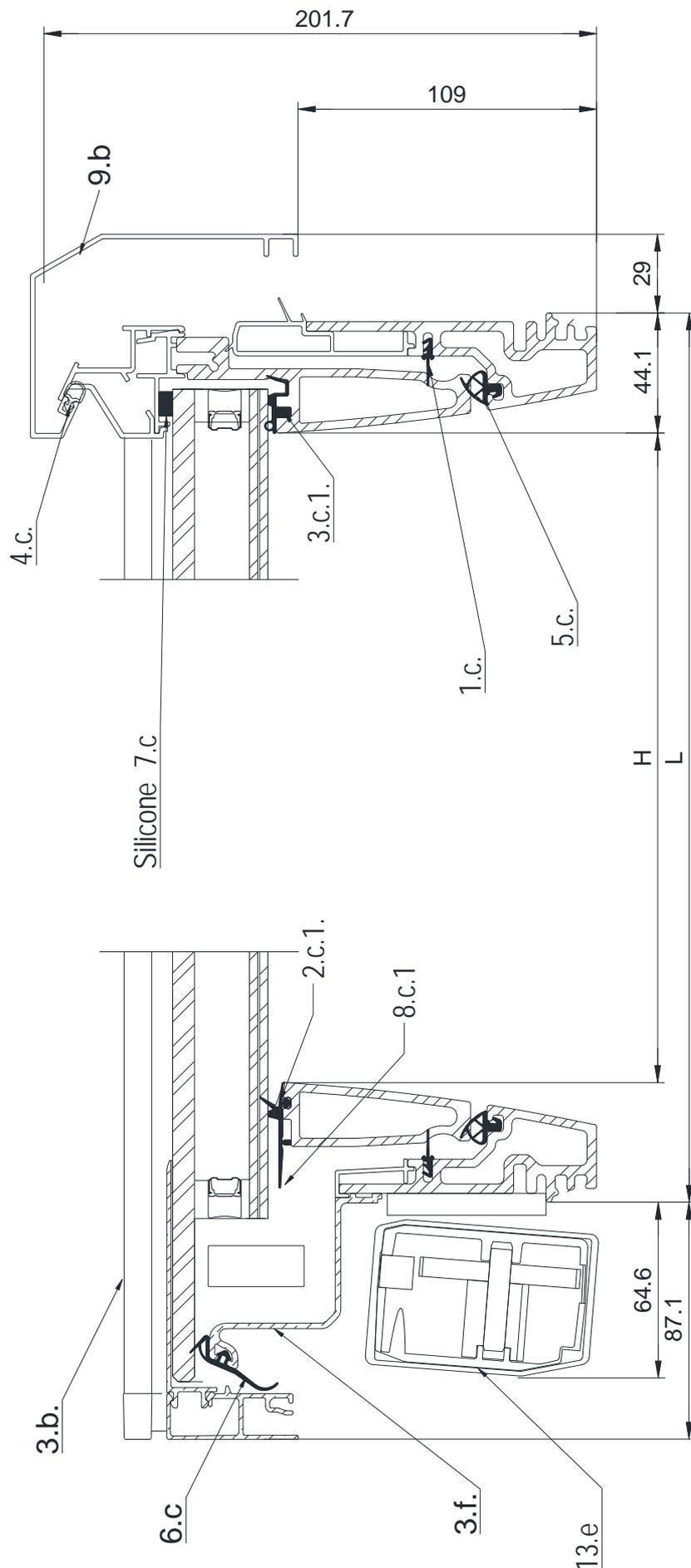


guide fil

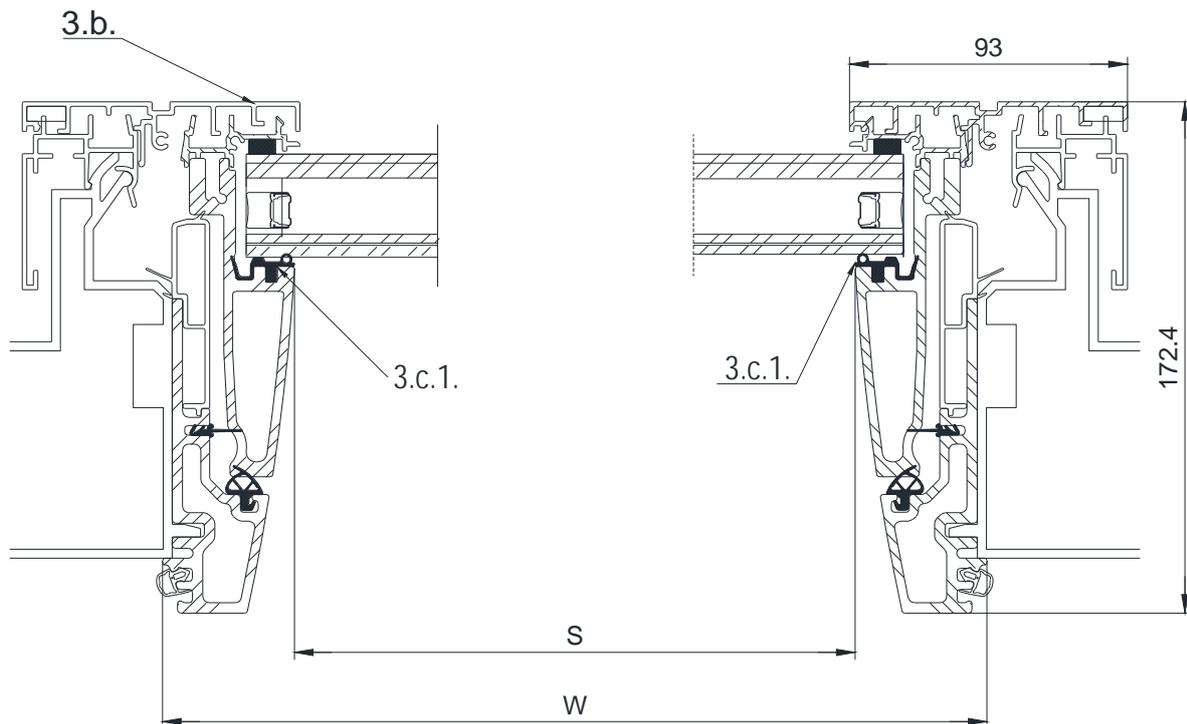
16.f.



Module Ouvrant HVC - Coupe verticale

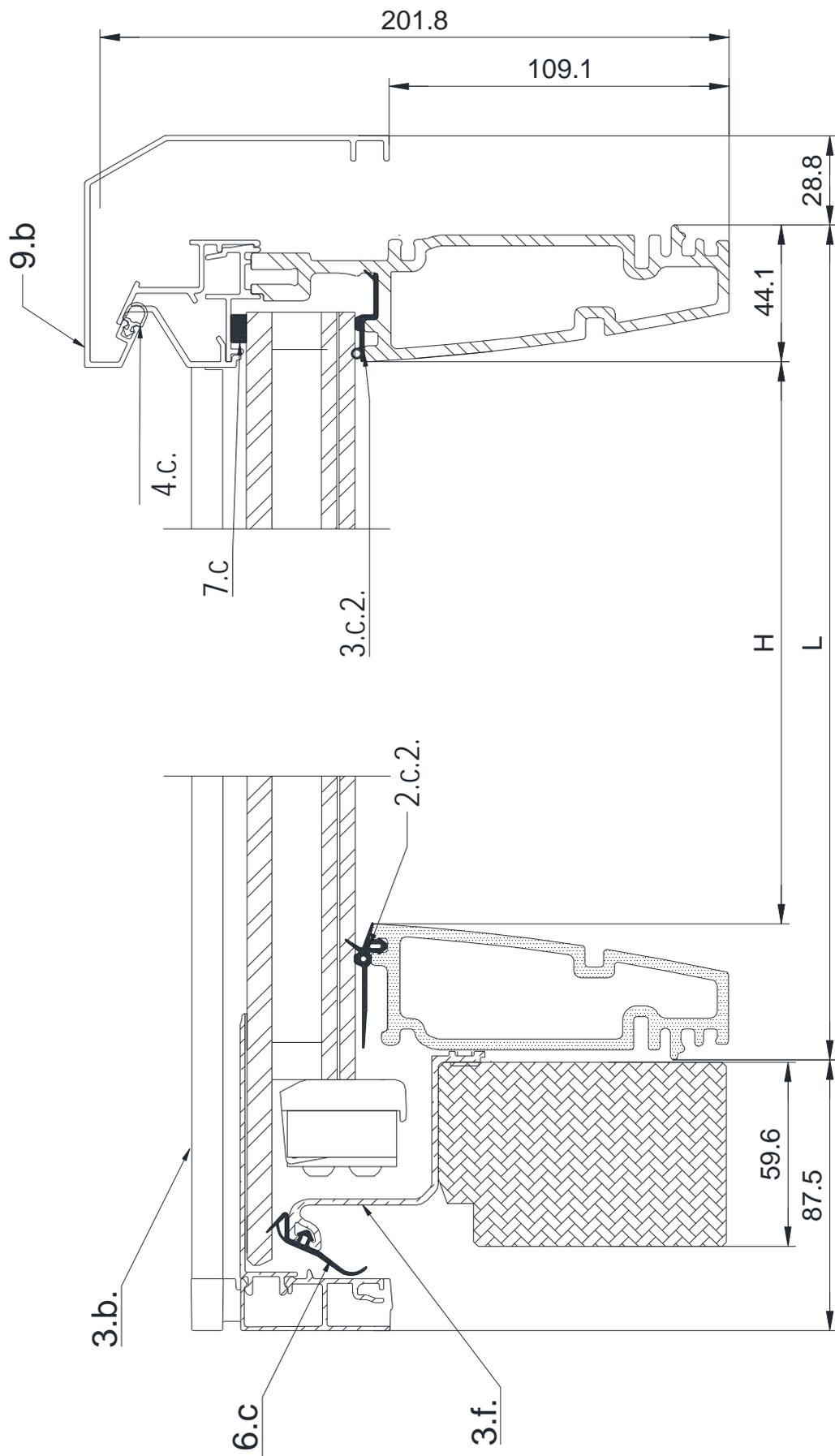


Module Ouvrant HVC - Coupe Horizontale

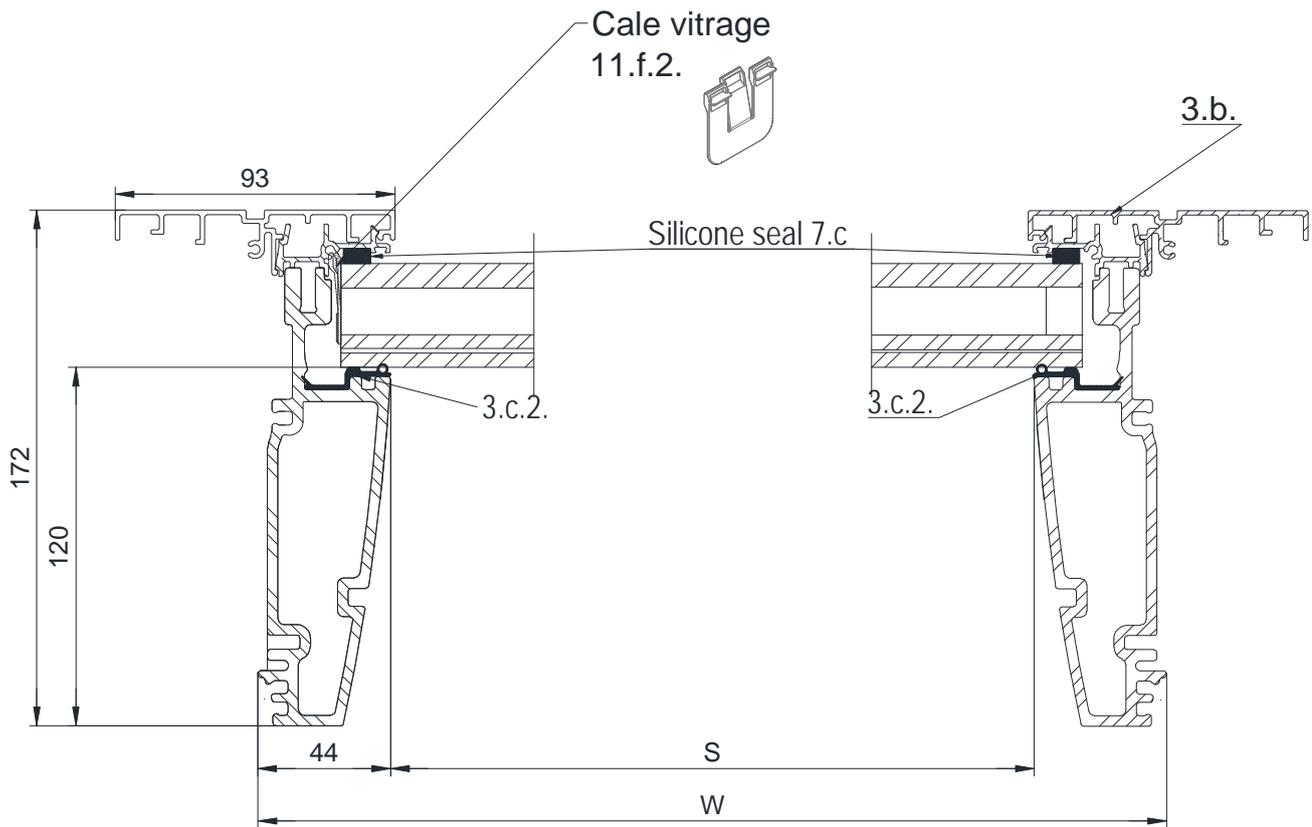


	A	B	C
1	Dimensions module HVC	Cote hors tout	Clair de jour
2	Largeur module	W	S (W-88)
3	067---	675	587
4	075---	750	662
5	080---	800	712
6	090---	900	812
7	100---	1000	912
8	Hauteur module	L	H (L-88)
9	---080	800	712
10	---100	1000	912
11	---120	1200	1112
12	---140	1400	1312
13	---160	1600	1512
14	---180	1800	1712
15	---200	2000	1912
16	---220	2200	2112
17	---240	2400	2312

Module Fixe HFC - Coupe Verticale

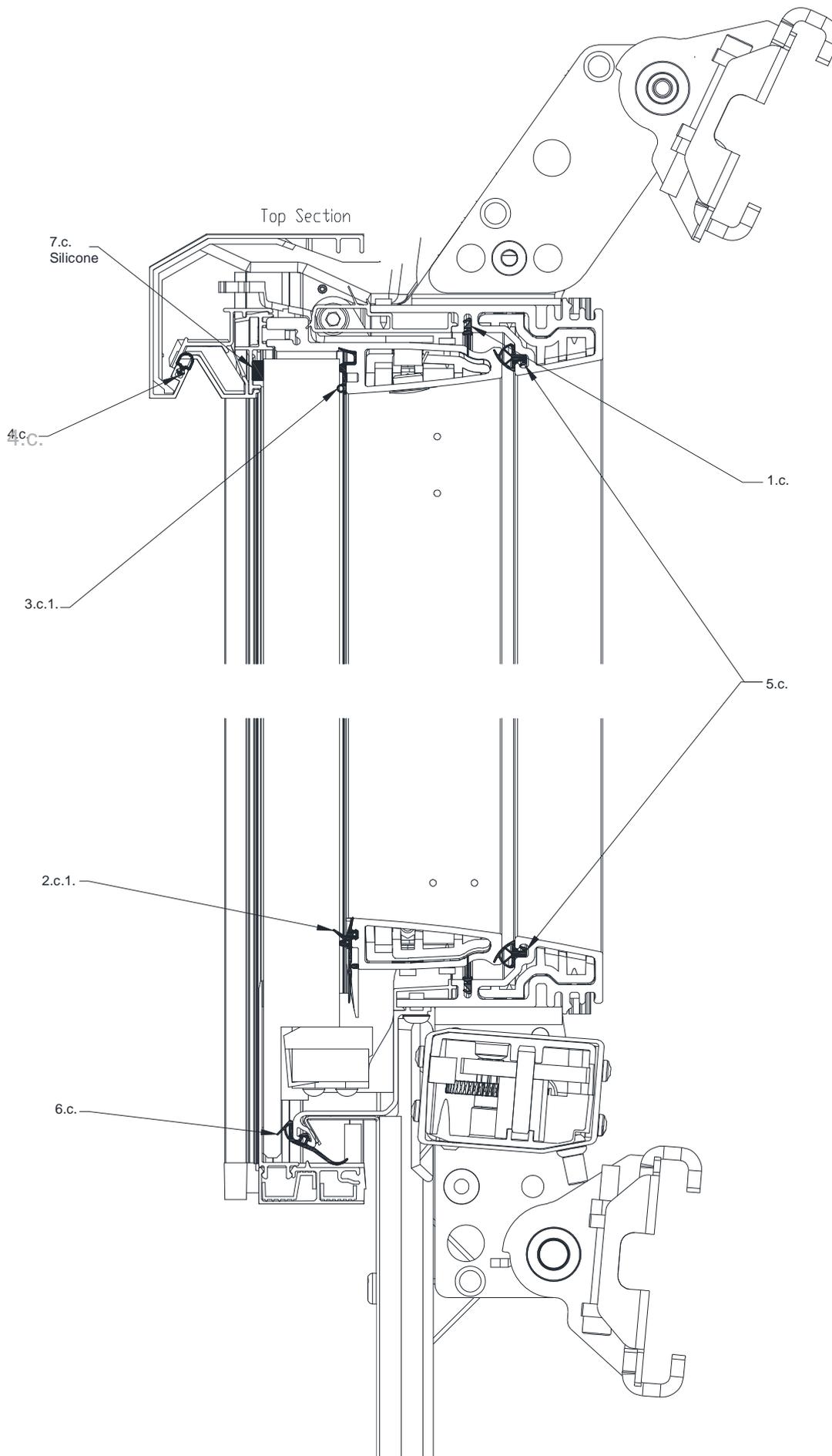


Module Fixe HFC - Coupe Horizontale

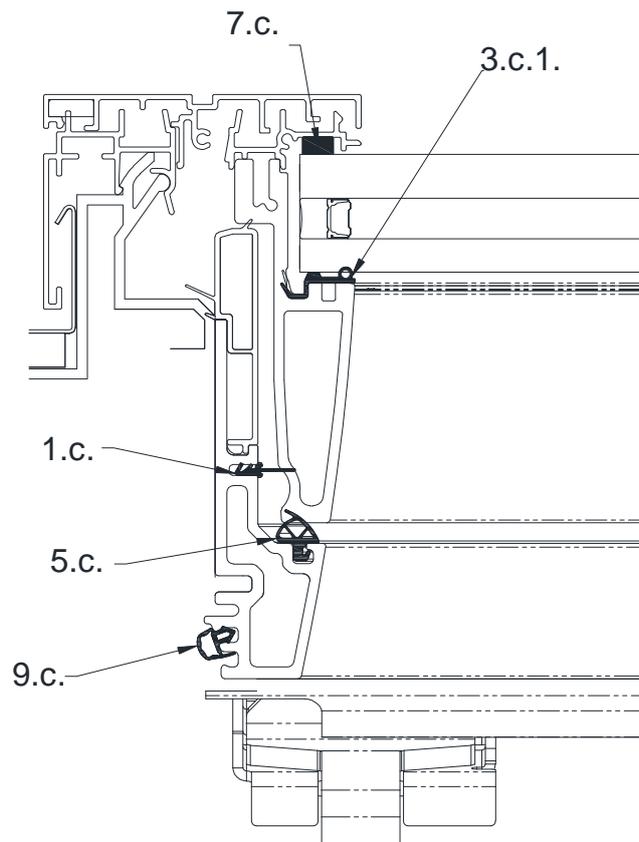


	A	B	C
1	Dimensions module HFC	Cote hors tout	Clair de jour
2	Largeur module	W	S (W-88)
3	067---	674	587
4	075---	749	662
5	080---	799	712
6	090---	899	812
7	100---	999	912
8	Hauteur module	L	H (L-88)
9	---080	800	712
10	---100	1000	912
11	---120	1200	1112
12	---140	1400	1312
13	---160	1600	1512
14	---180	1800	1712
15	---200	2000	1912
16	---220	2200	2112
17	---240	2400	2312
18	---260	2600	2512
19	---280	2800	2712
20	---300	3000	2912

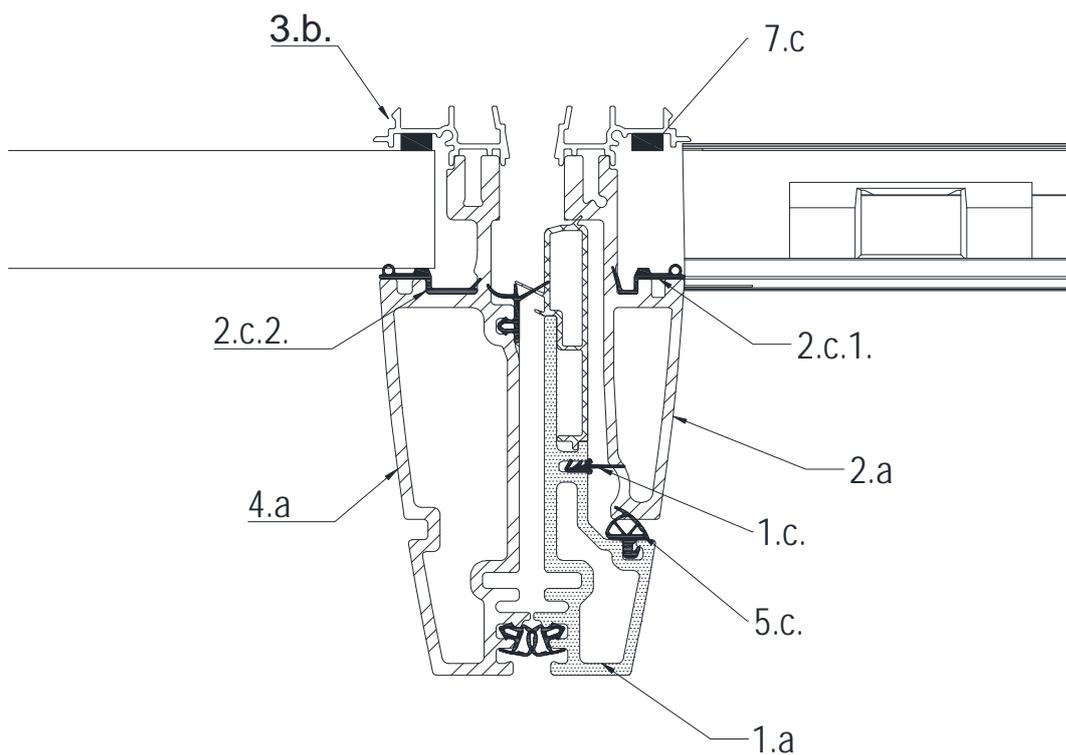
garnitures d'étanchéité



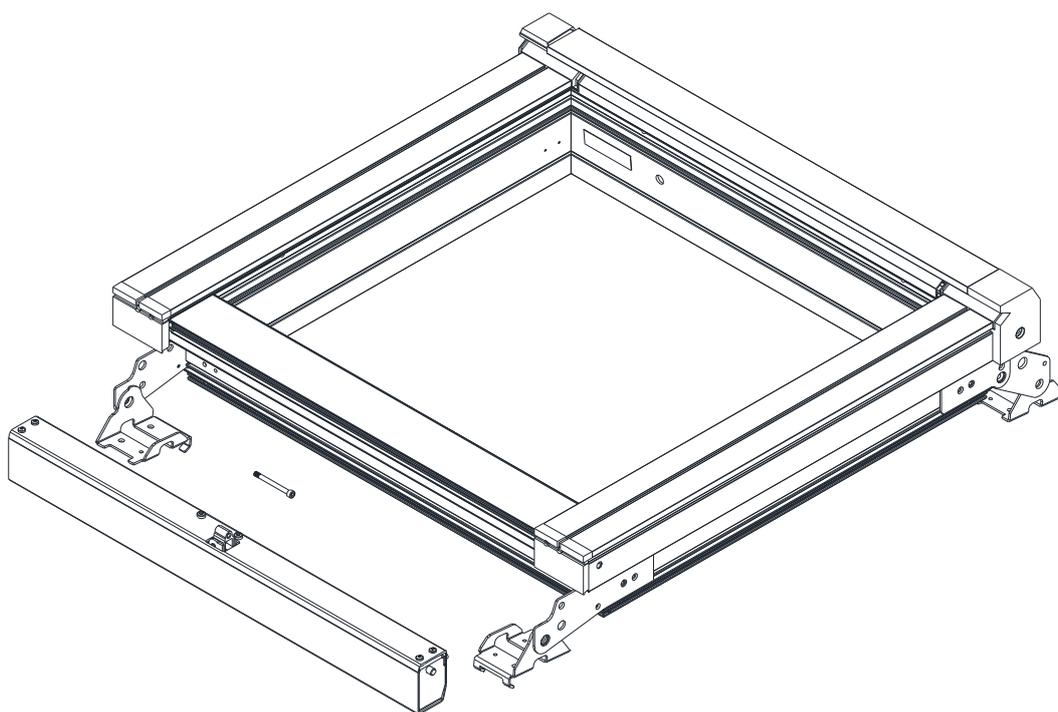
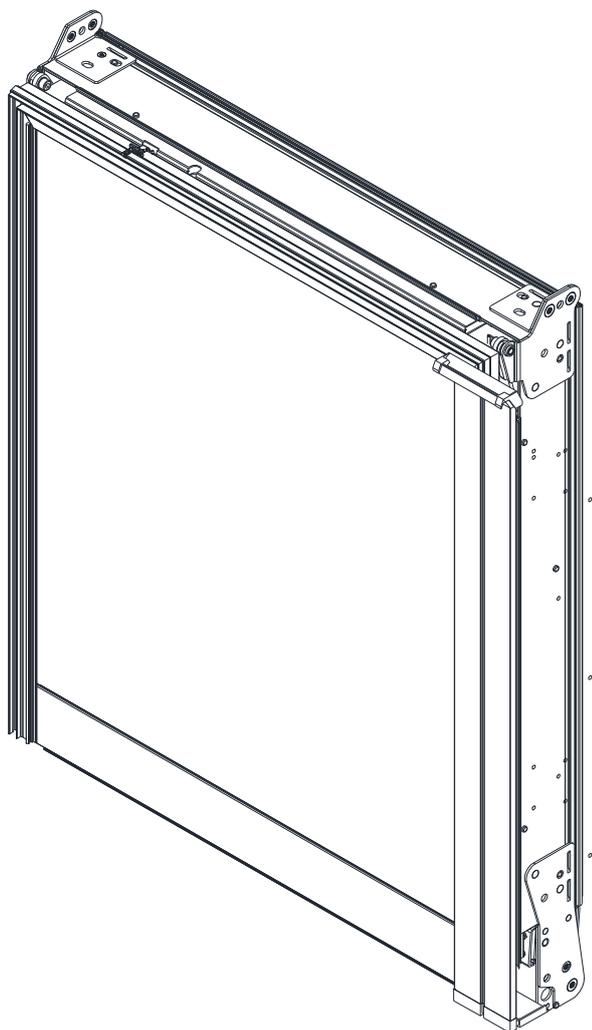
garnitures d'étanchéité



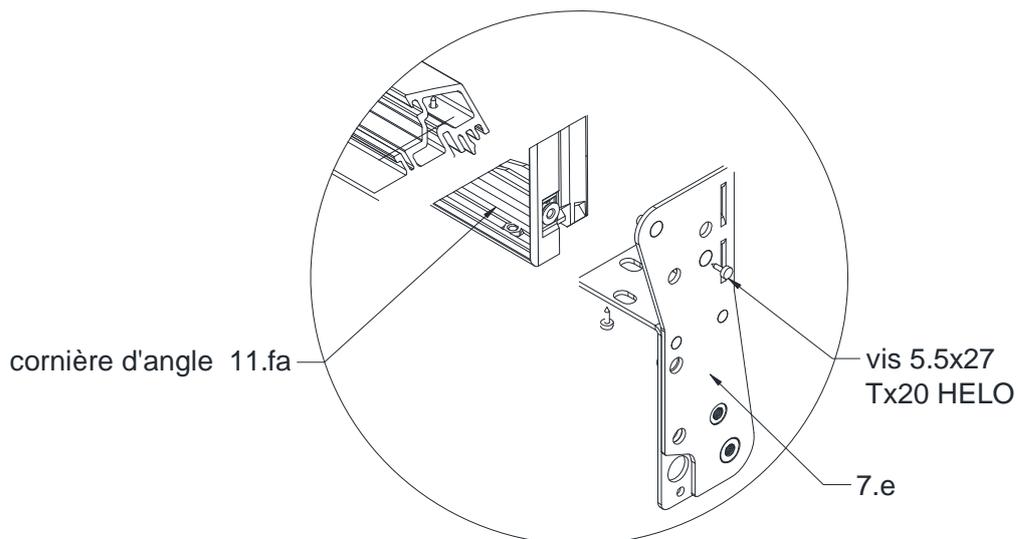
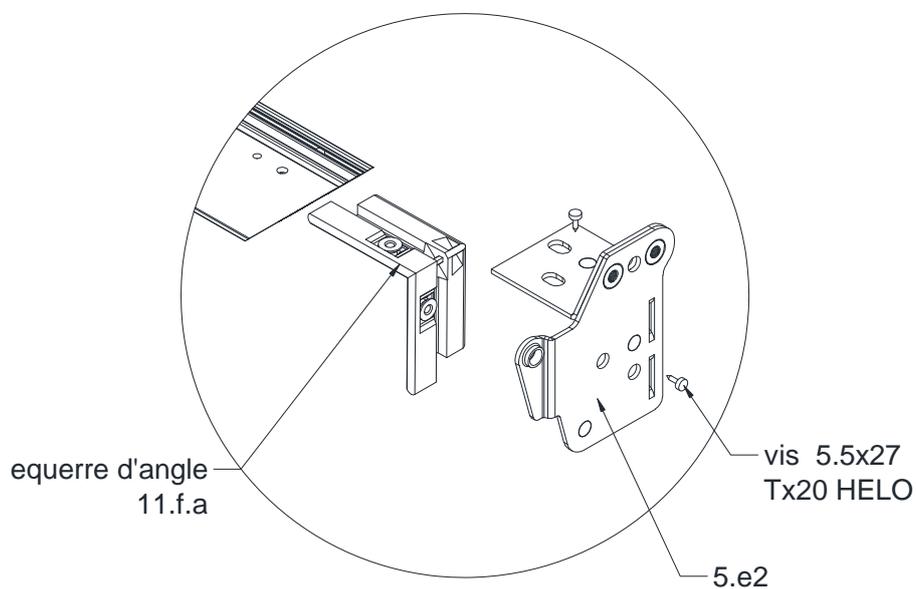
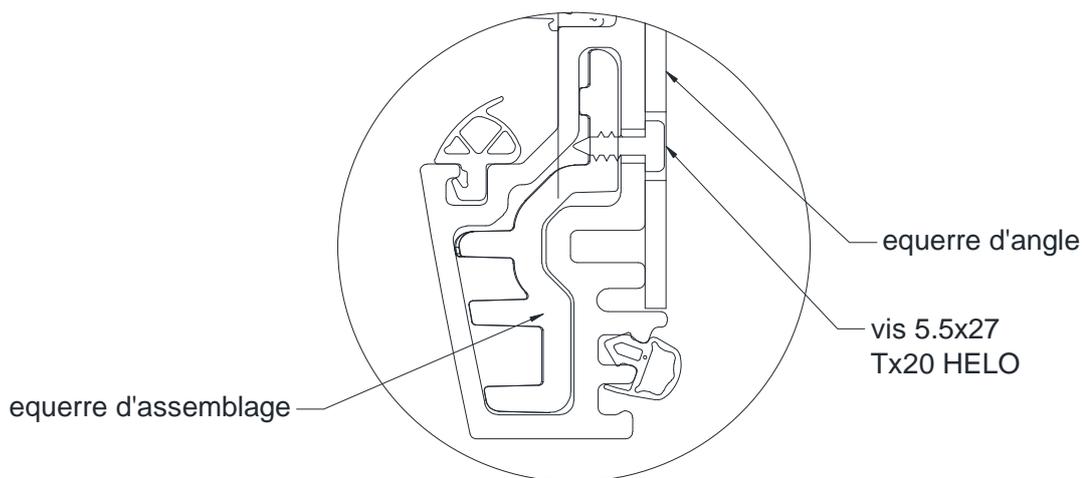
Montage modules HVC + HFC



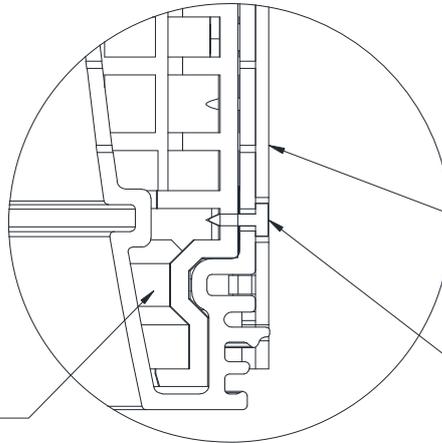
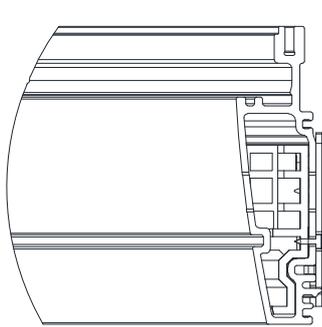
vue d'ensemble



Assemblage angles dormant modules HVC



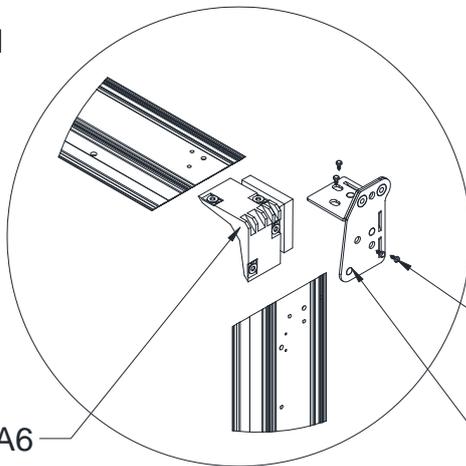
Assemblage angles dormant modules HFC



Corner Bracket

Screw 5.5x27
Tx20 HELO

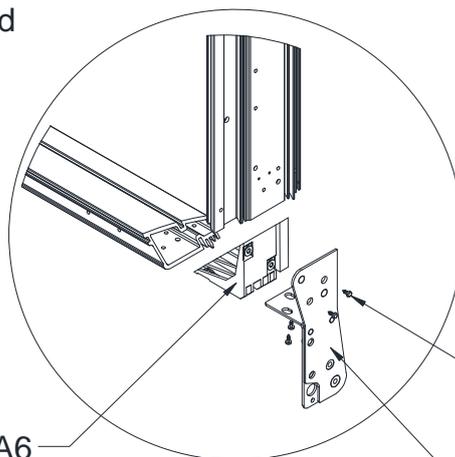
Corner Key Fix PA6
to keep profiles
together
until brackets fixed



Screw 5.5x27
Tx20 HELO

CB-CS1 Top corner
bracket

Corner Key Fix PA6
to keep profiles
together
until brackets fixed

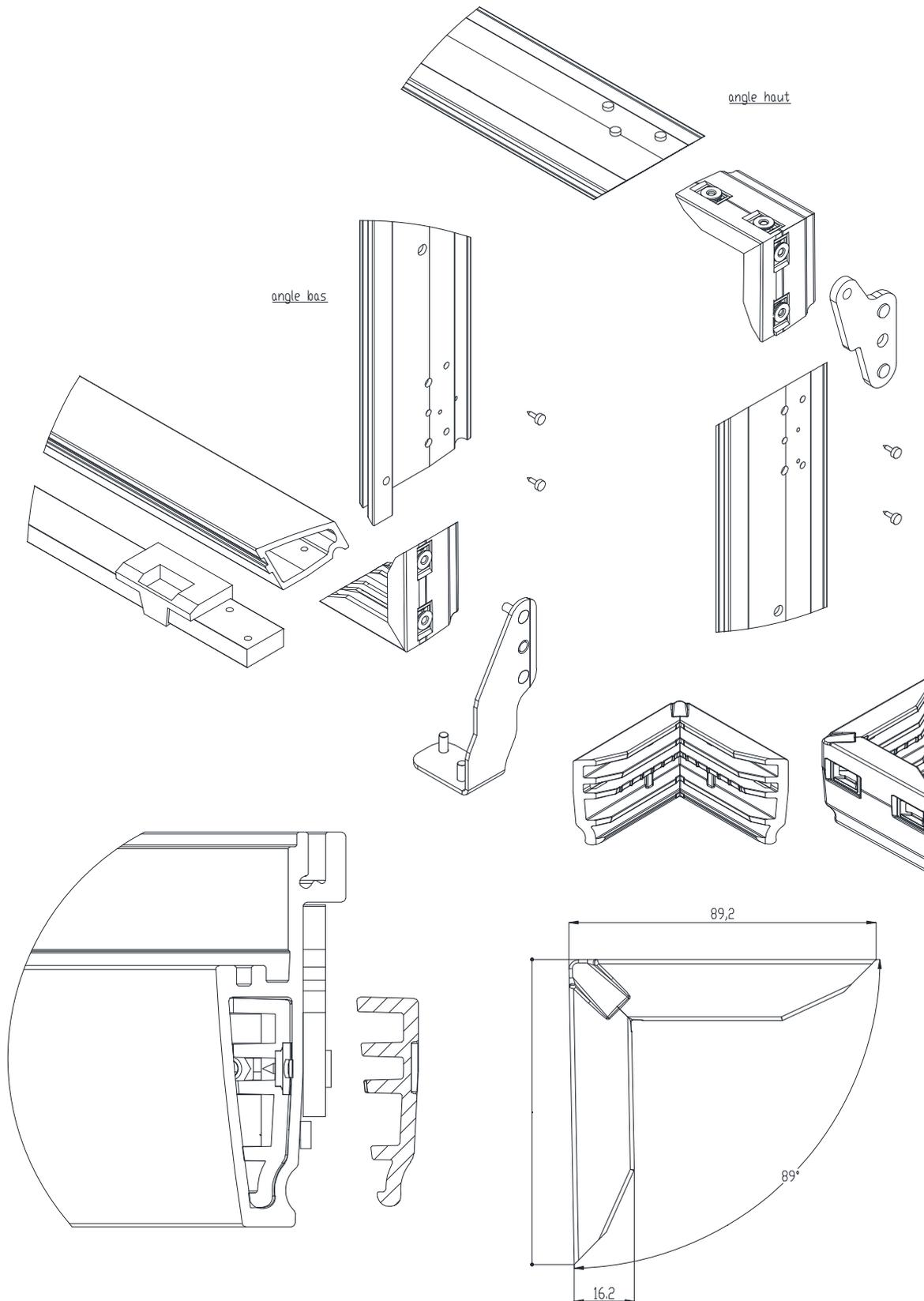


Screw 5.5x27
Tx20 HELO

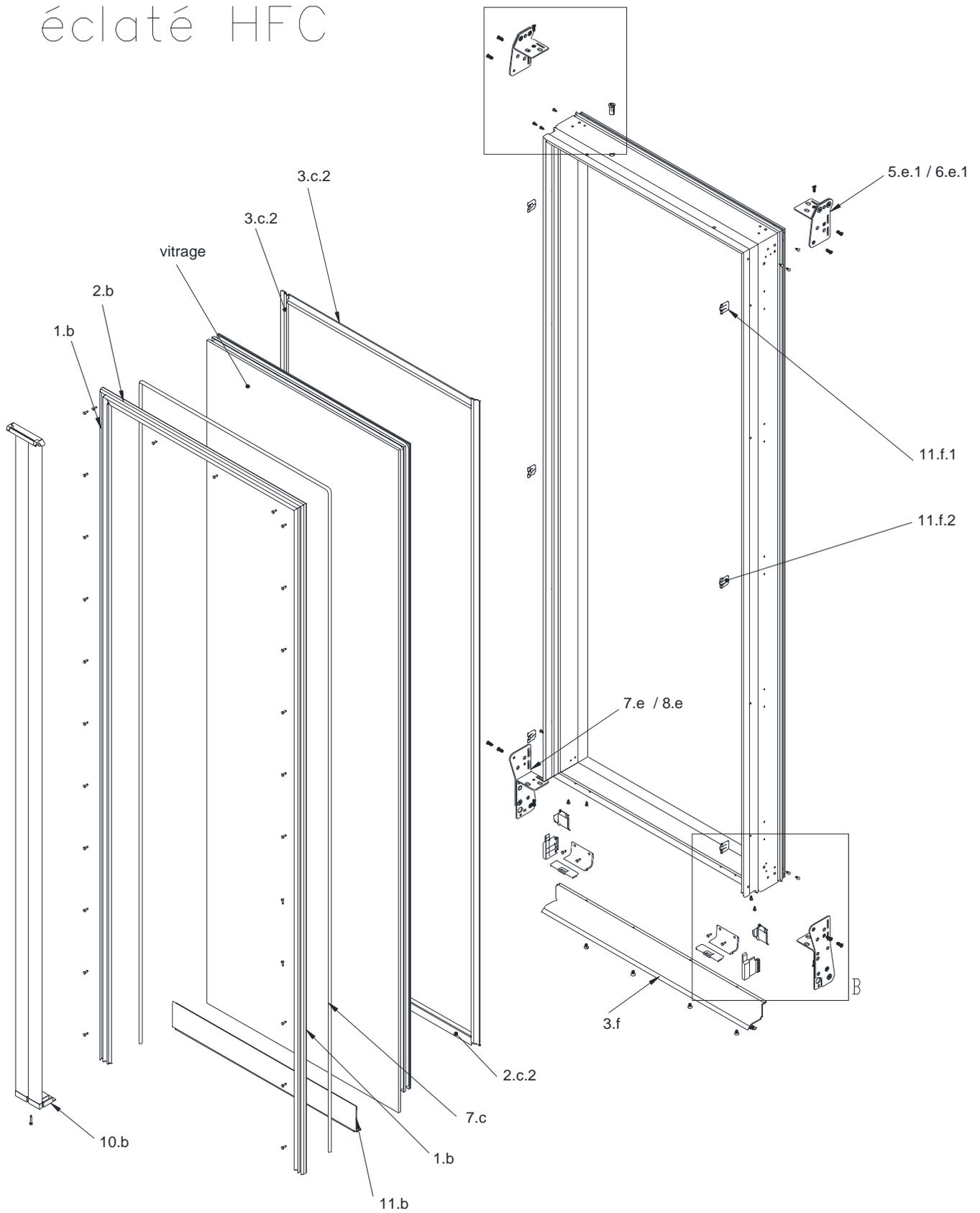
LB-CS1 Leg bottom

Corner Key Fix PA6
to keep profiles
together
until brackets fixed

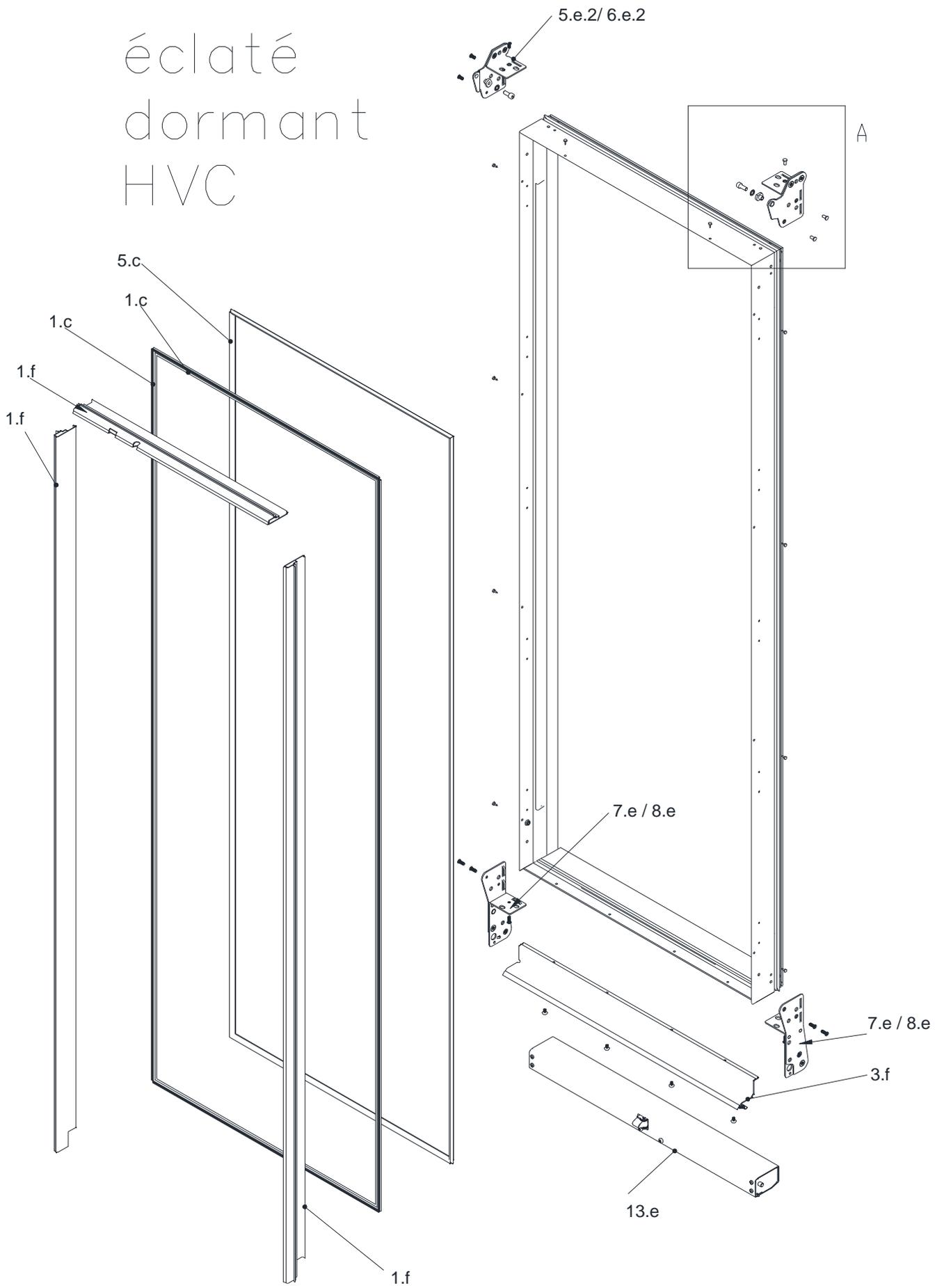
Assemblage angles dormant modules HFC



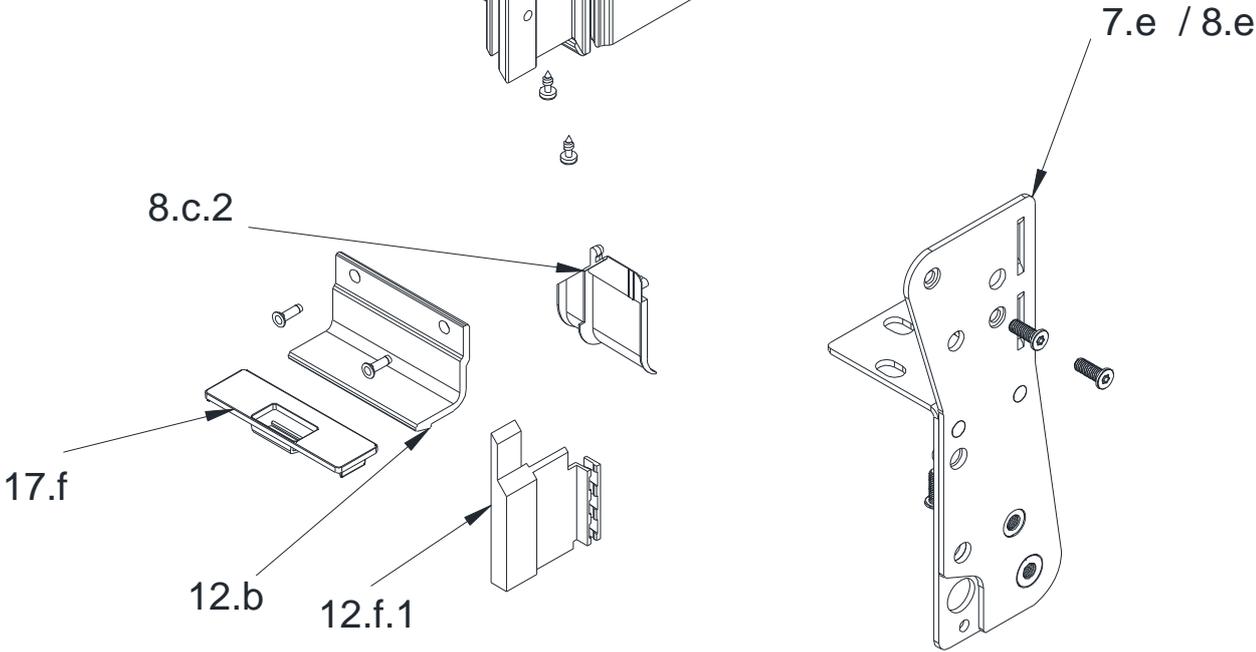
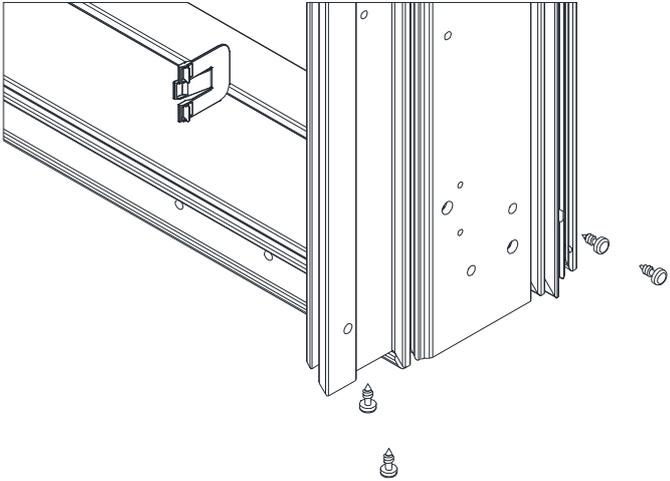
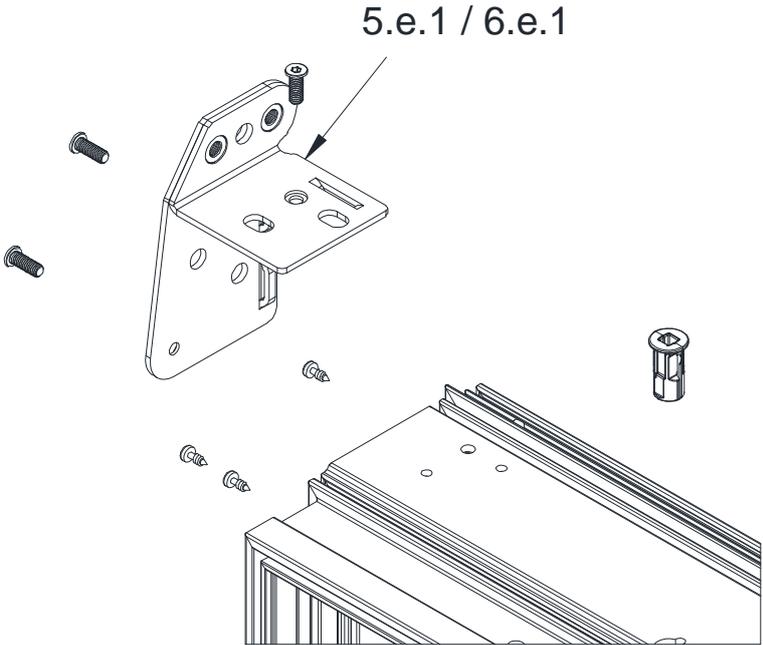
éclaté HFC



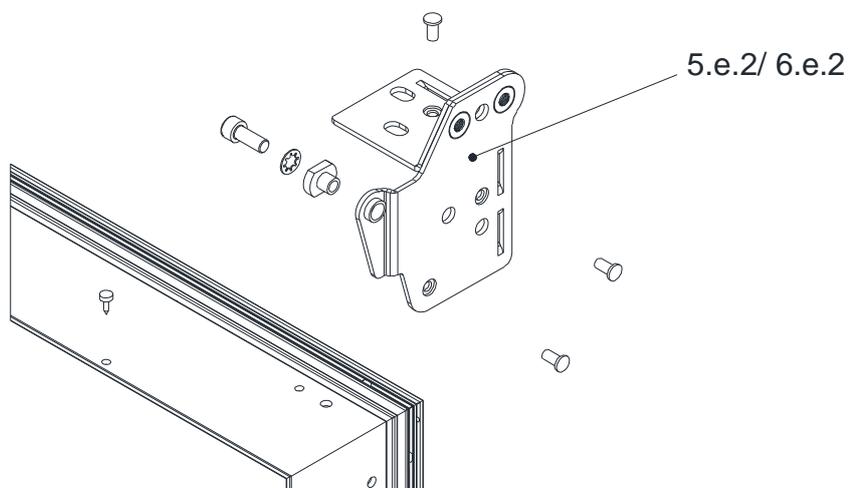
éclaté dormant HVC



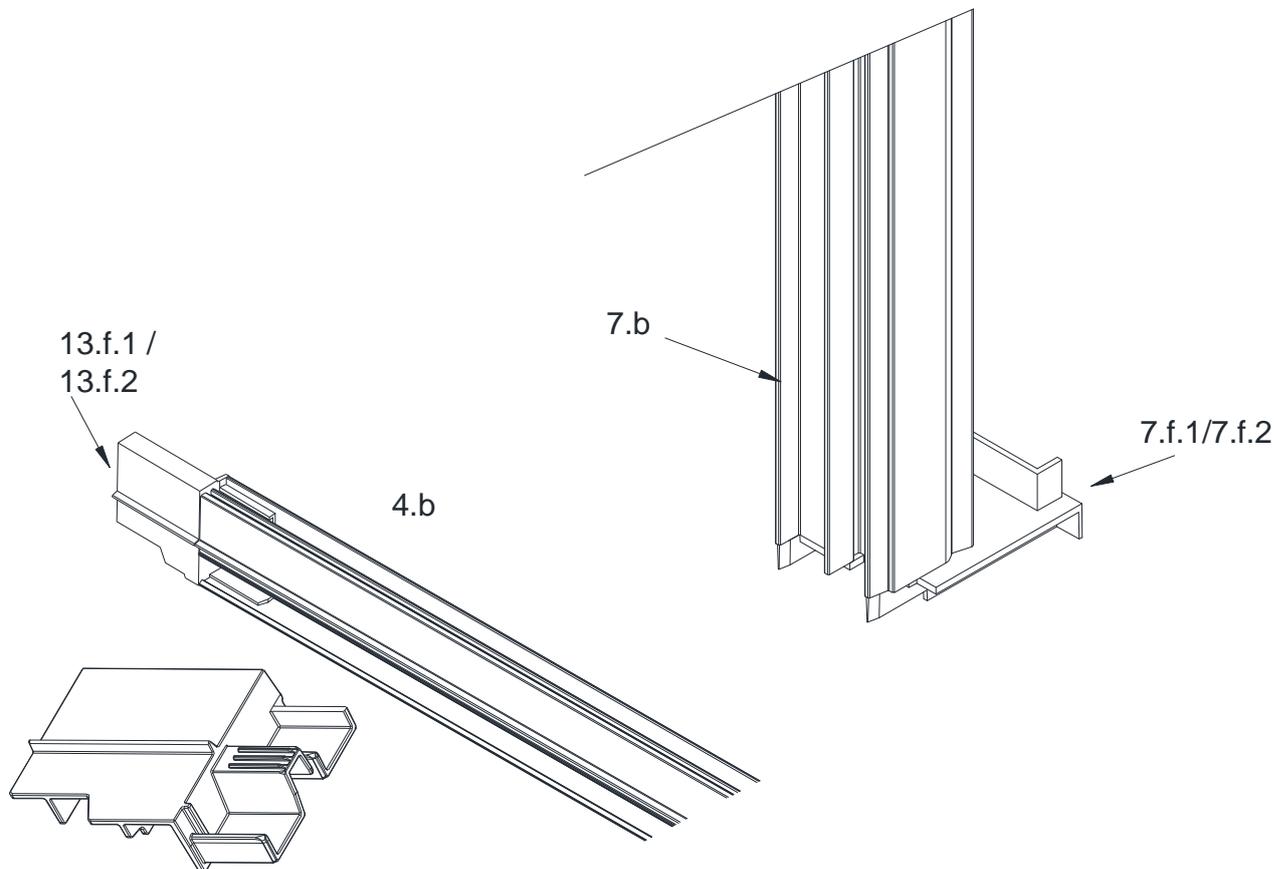
détail angles dormant fixe



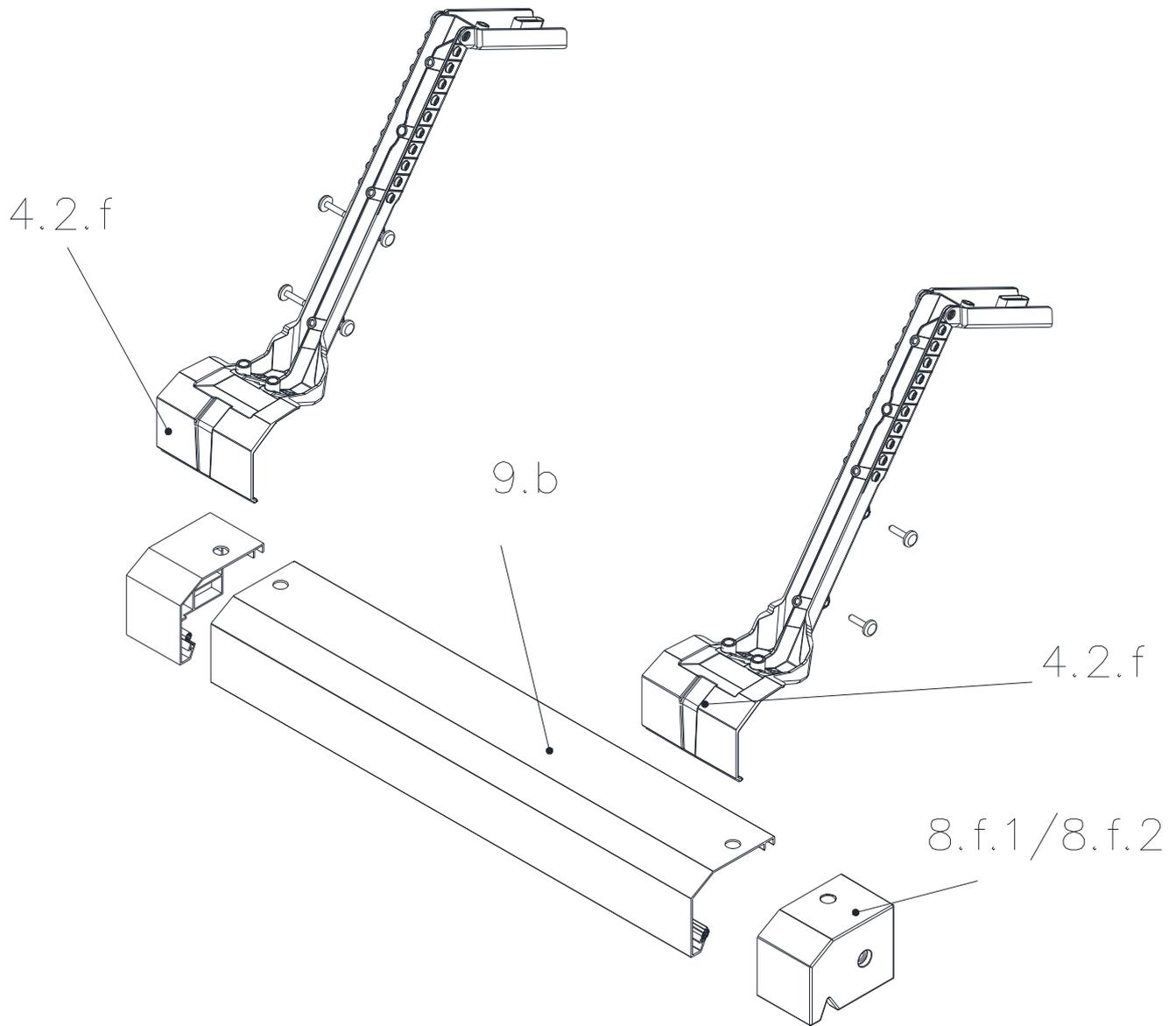
détail angles dormant ouvrant



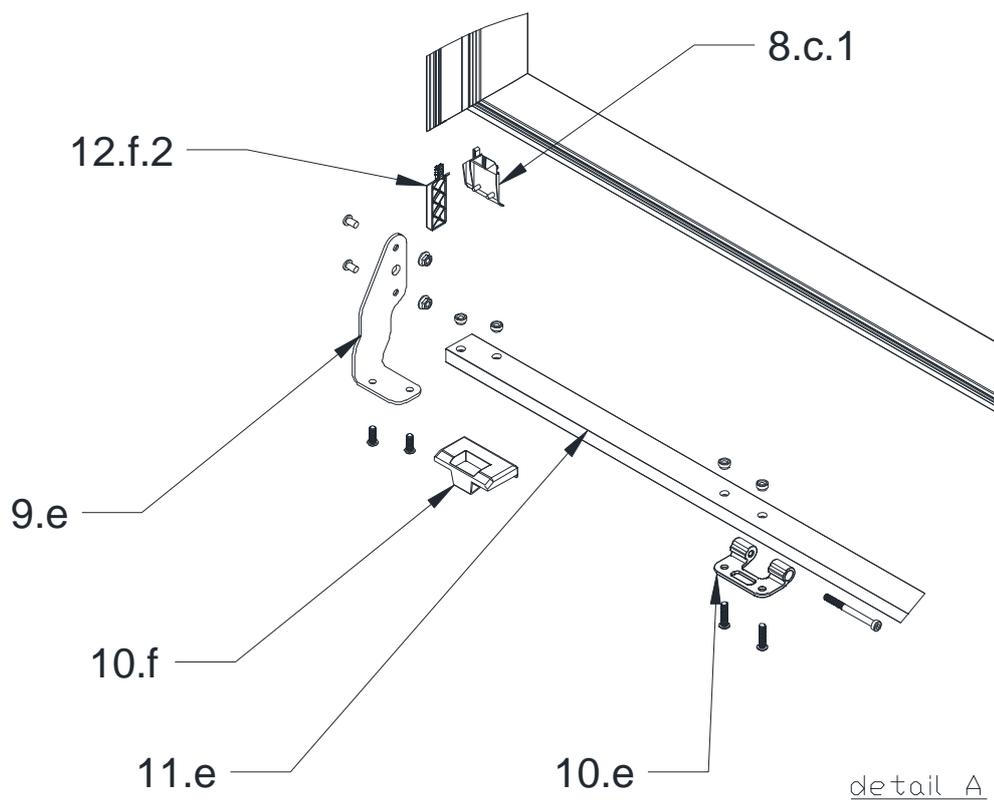
détail bouchons profilés de recouvrement



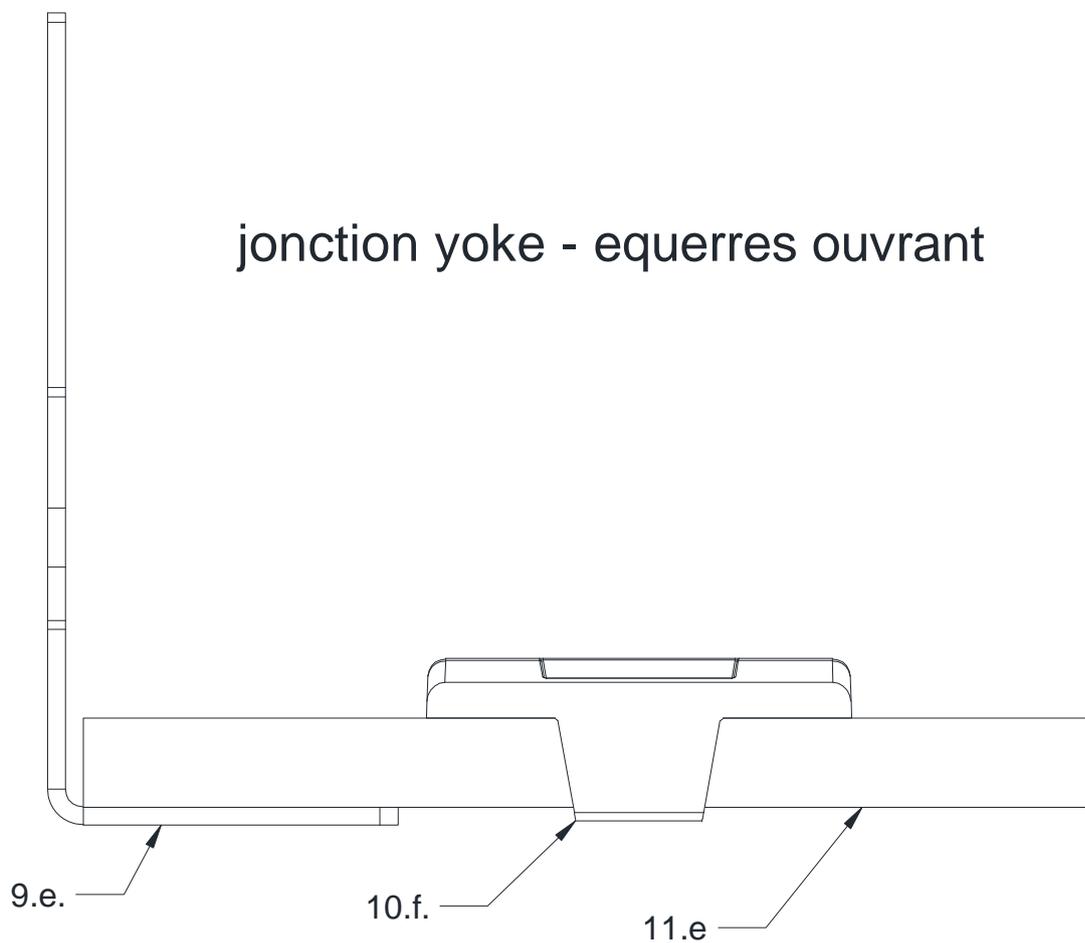
détail capot haut



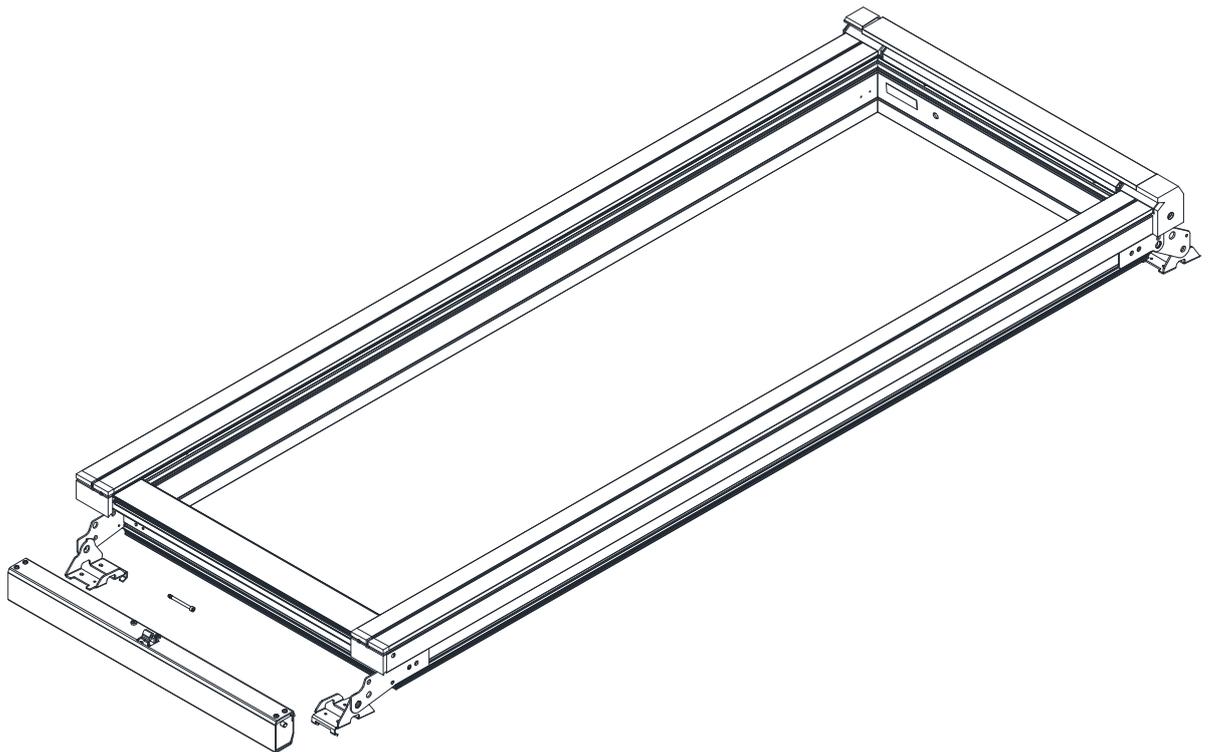
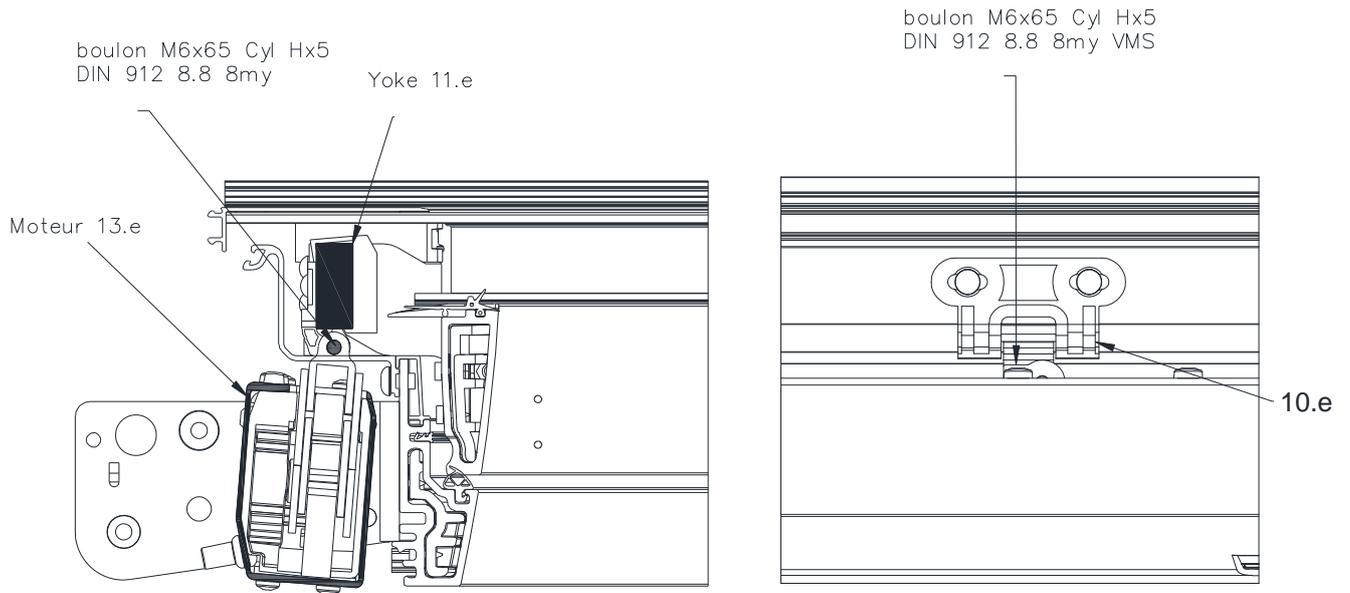
Vue Eclatée 3D Ouvrant Module Ouvrant HVC



jonction yoke - equerres ouvrant

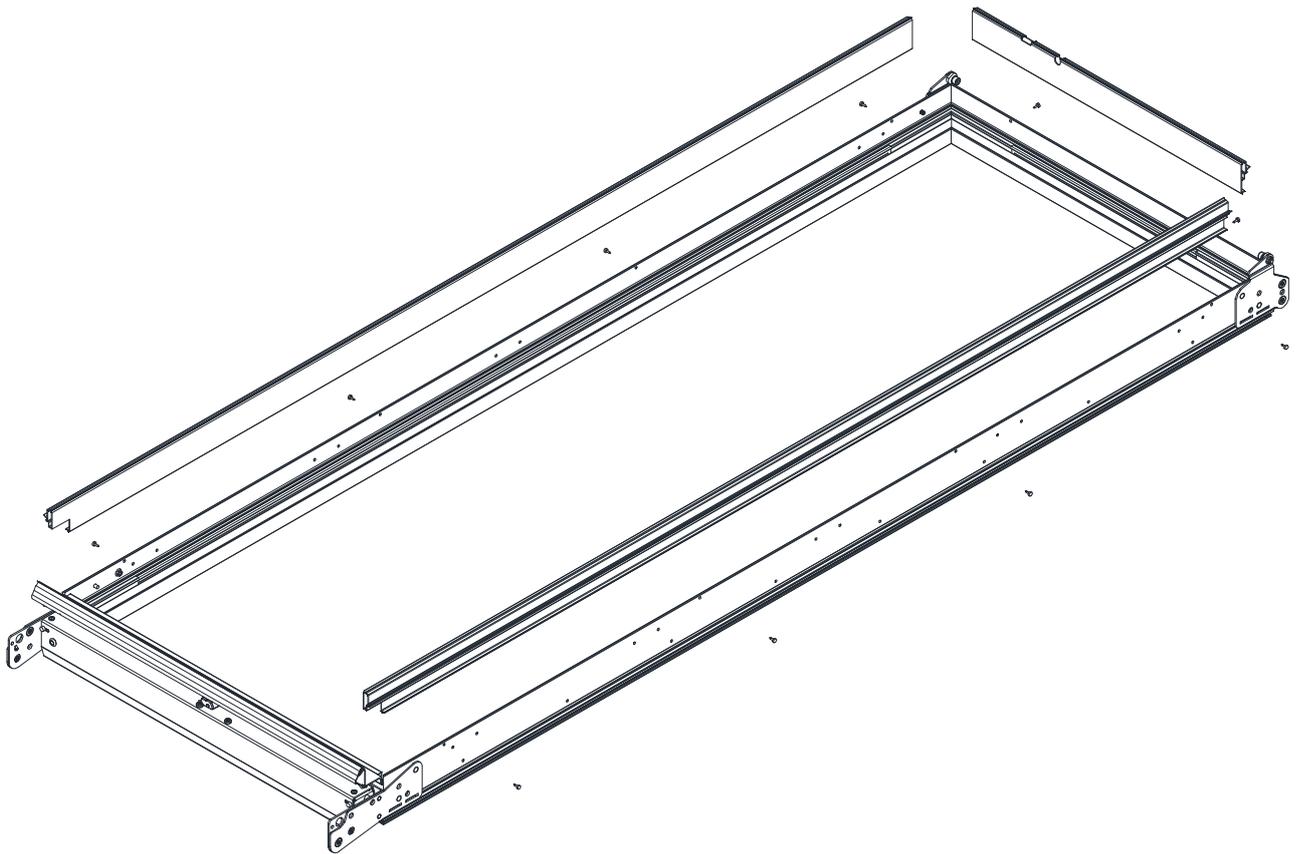
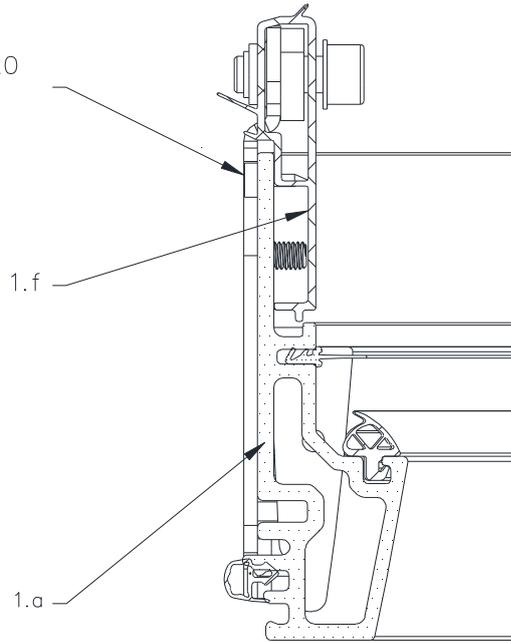


fixation moteur



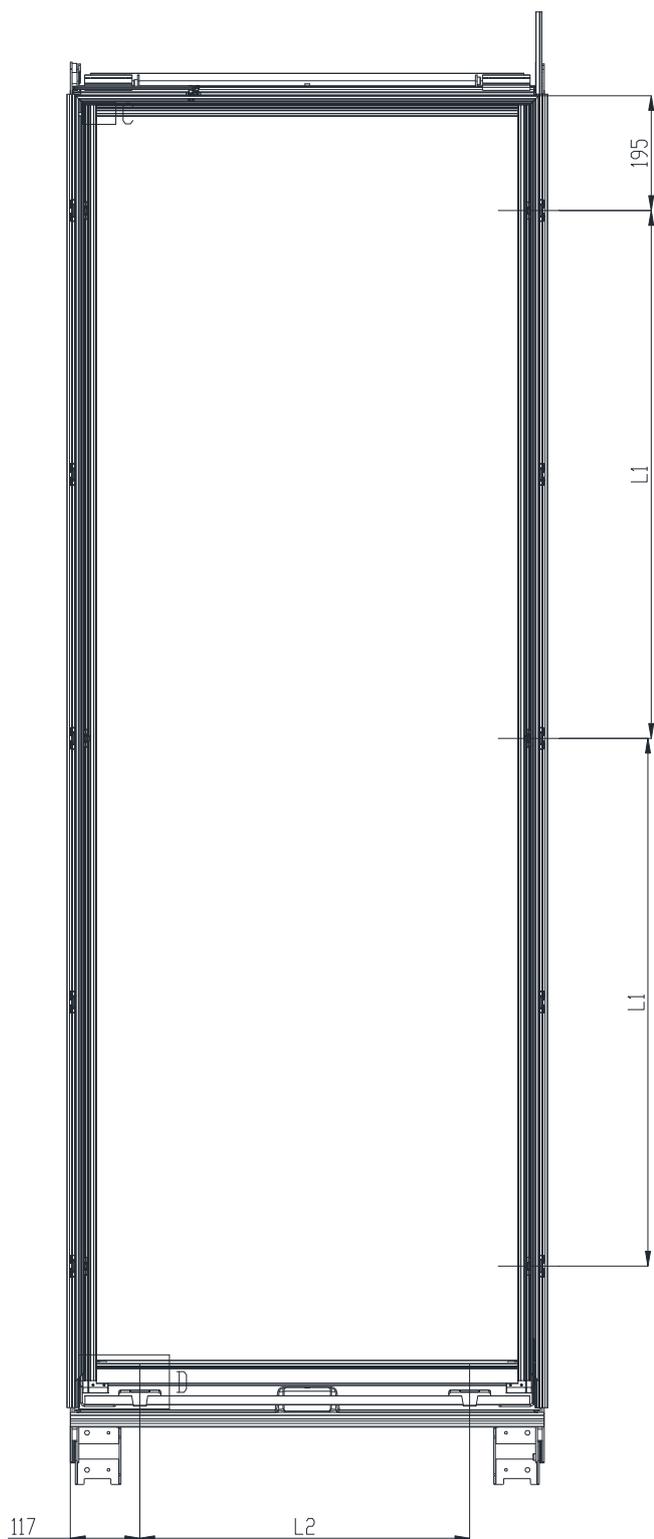
mise en place profilé 1.f

vis 4.3x11 PH Tx20
HELO



Position Cales Vitrage

11.f.1 / 11.f.2

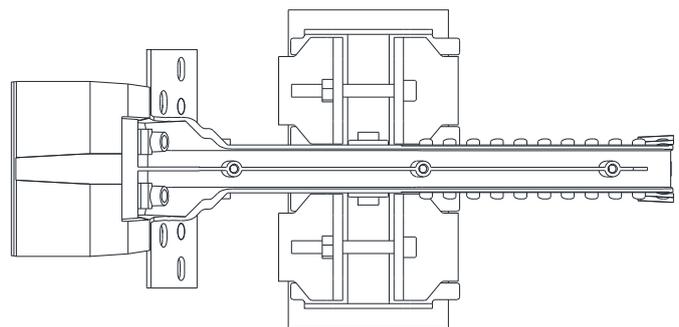
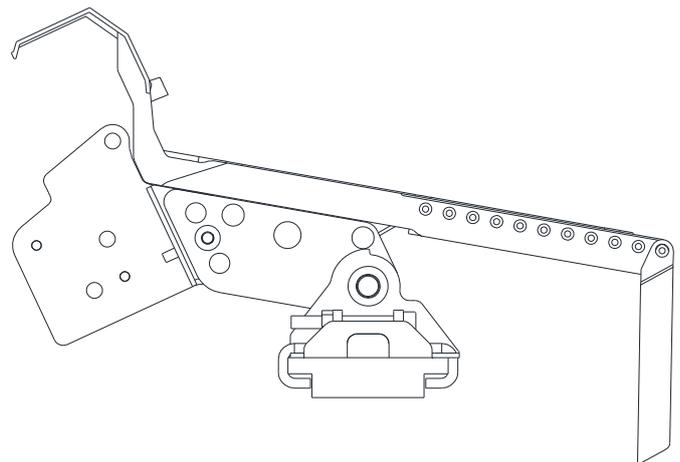
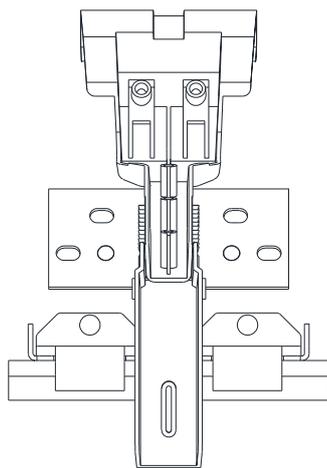
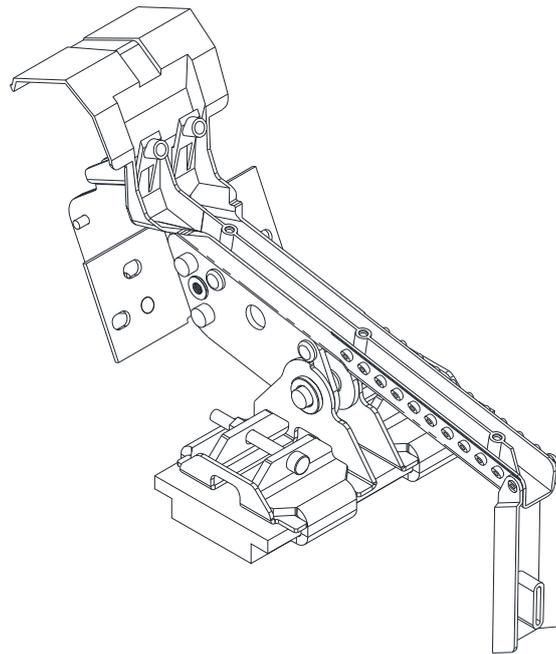


	A	B
1	Ecartement cales vitrage	
2	Hauteur module	L1
3	1200	395.8
4	1400	495.8
5	1600	595.8
6	1800	695.8
7	2000	795.8
8	2200	895.8
9	2400	995.8
10	2600	1095.8
11	2800	1195.8
12	3000	1295.8

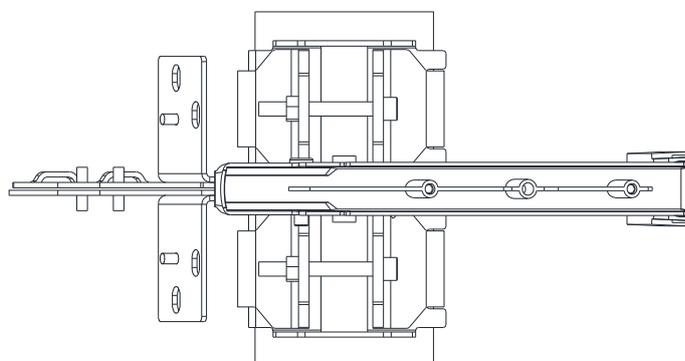
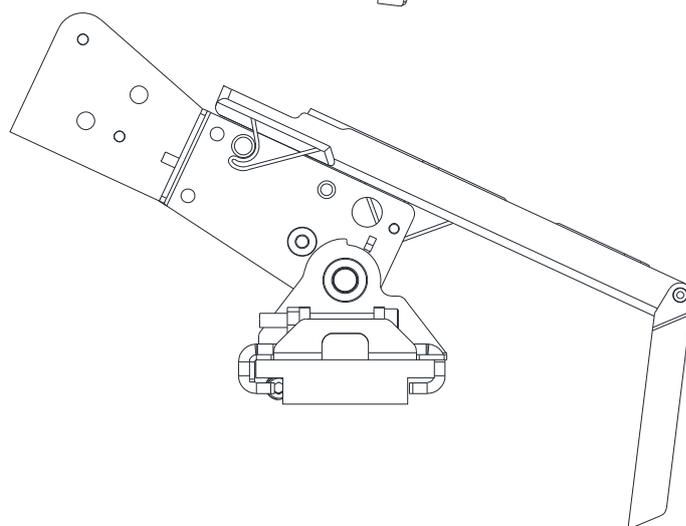
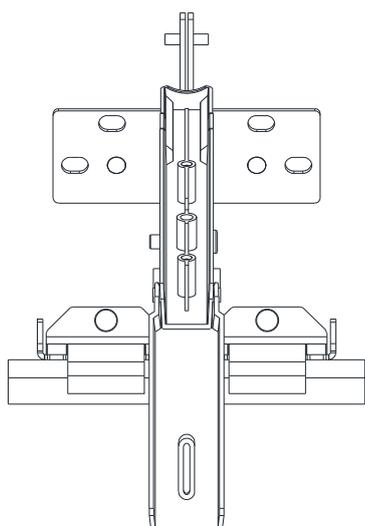
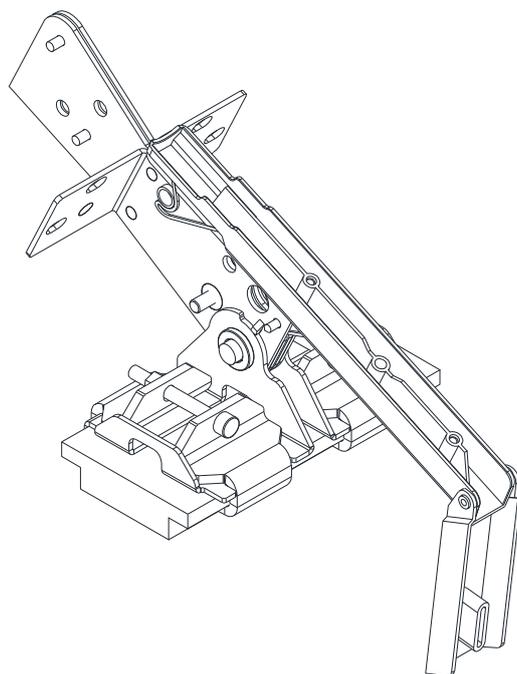
	A	B
1	Ecartement cales vitrage	
2	Largeur module	L2
3	675	431
4	750	506
5	800	556
6	900	656
7	1000	756

position des support de recouvrement 4.f.2

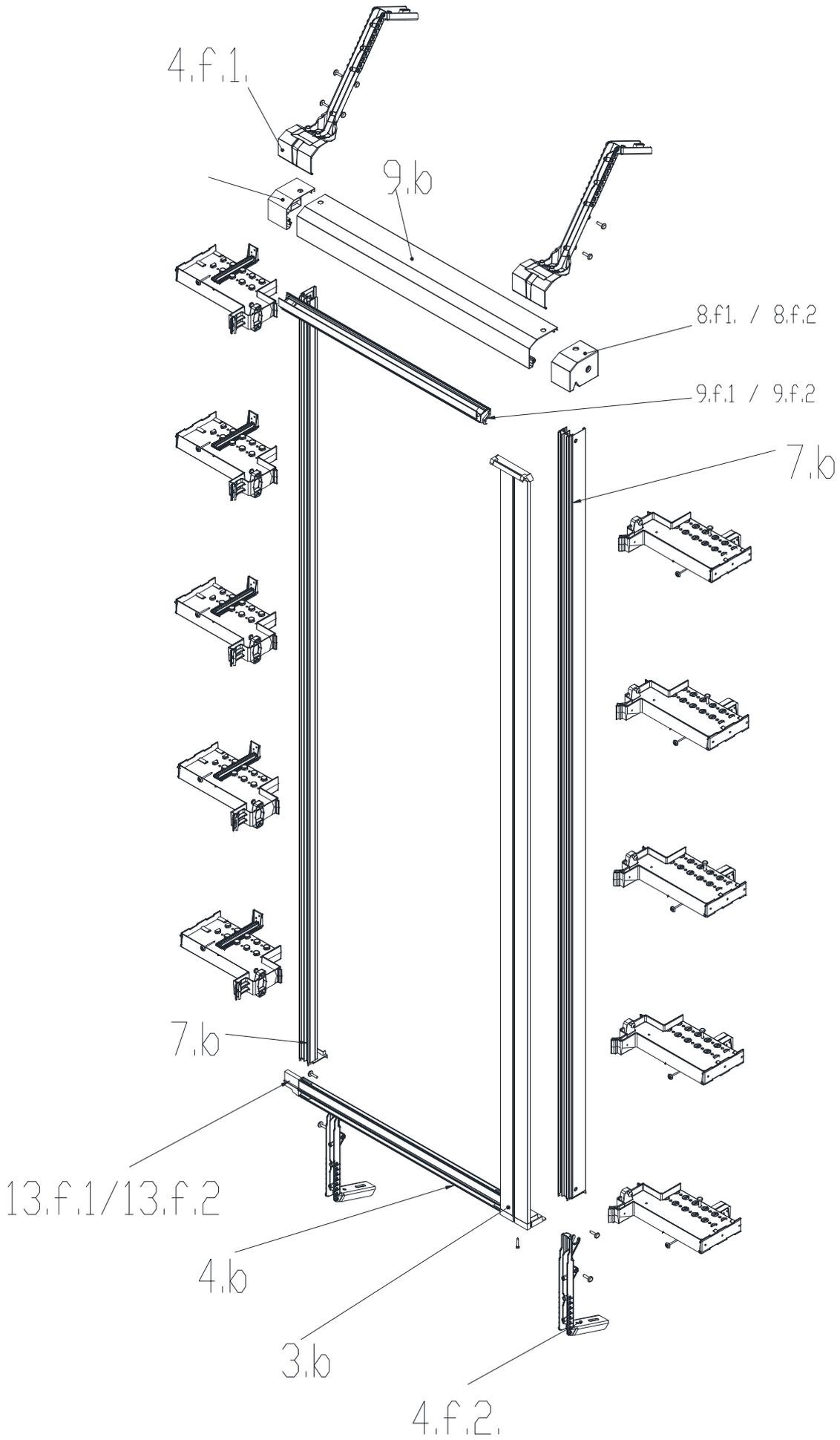
partie haute



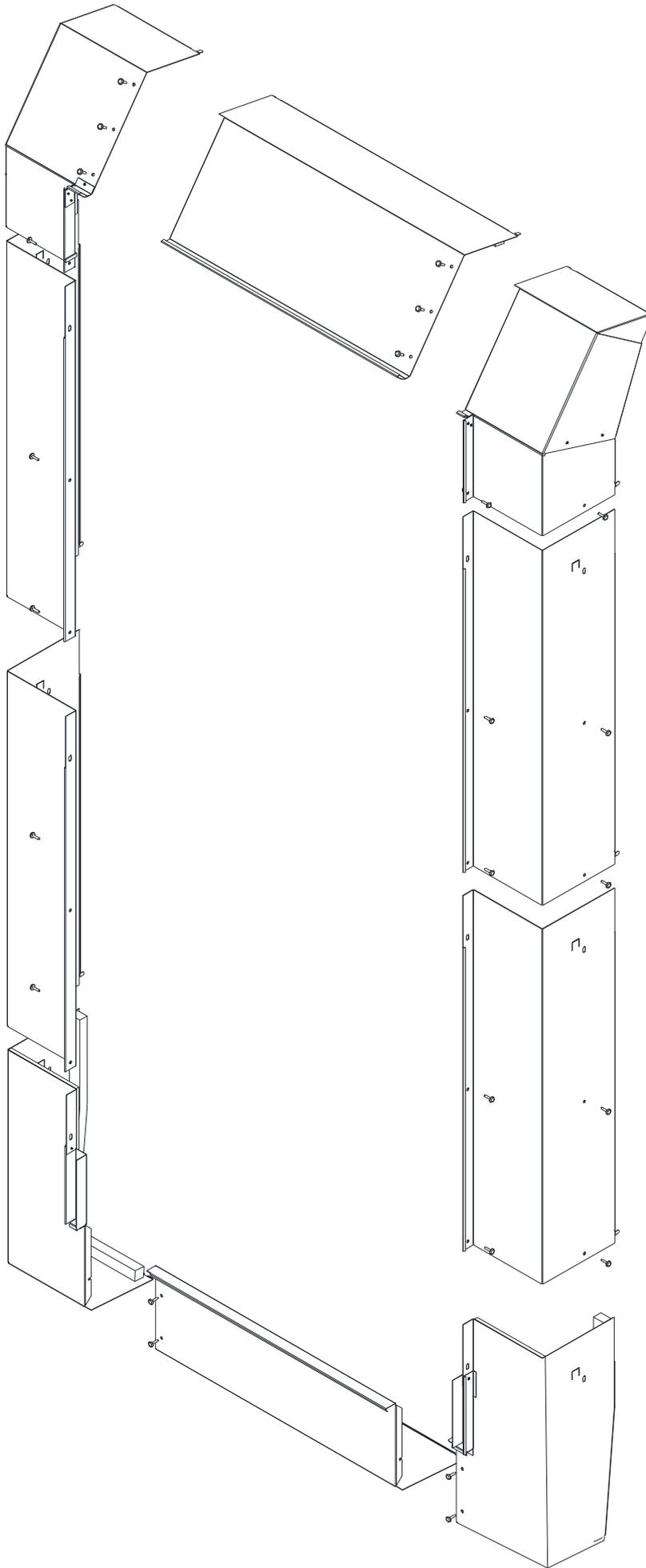
position des support de recouvrement 4.f.2 partie basse



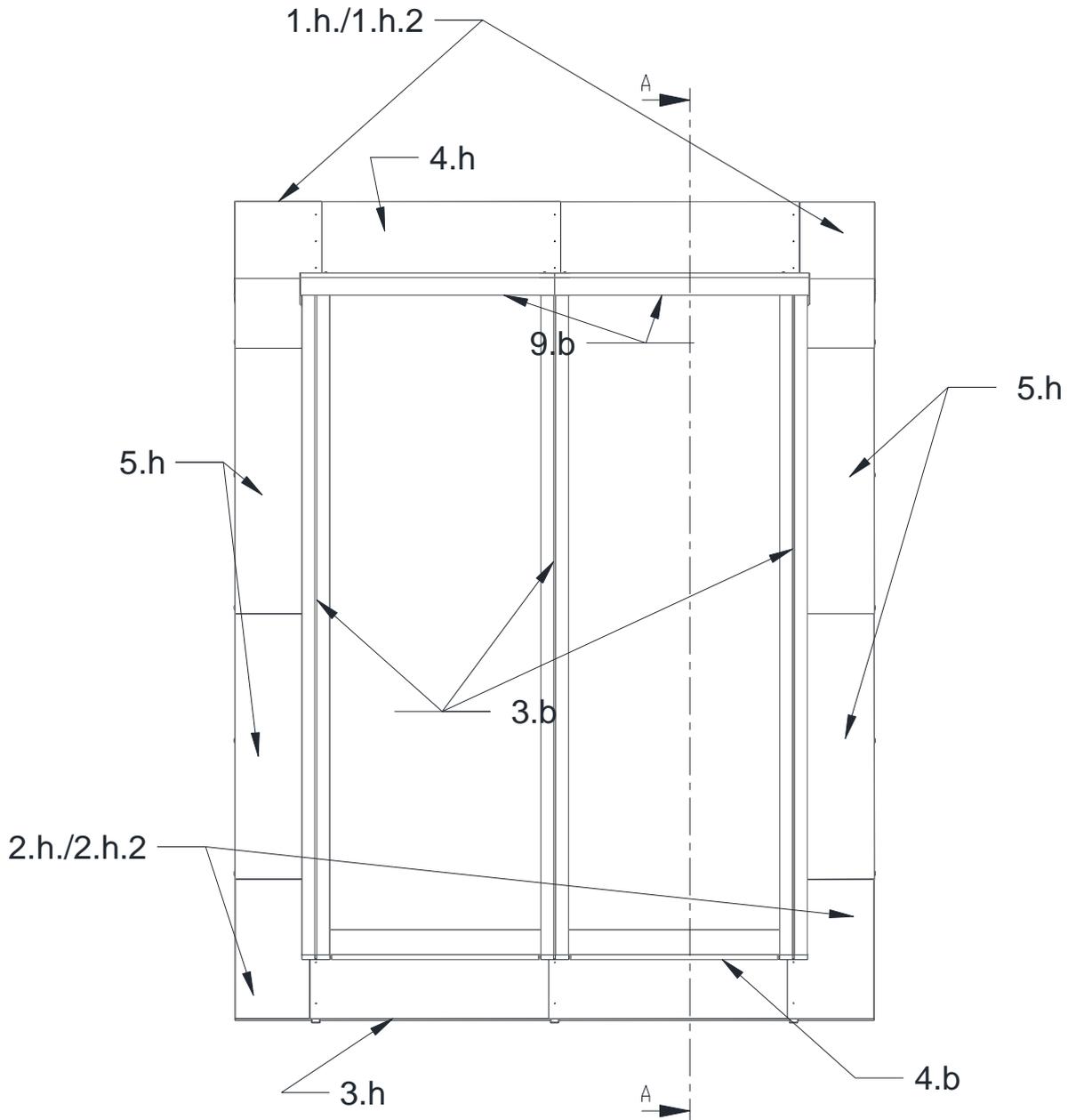
éclaté



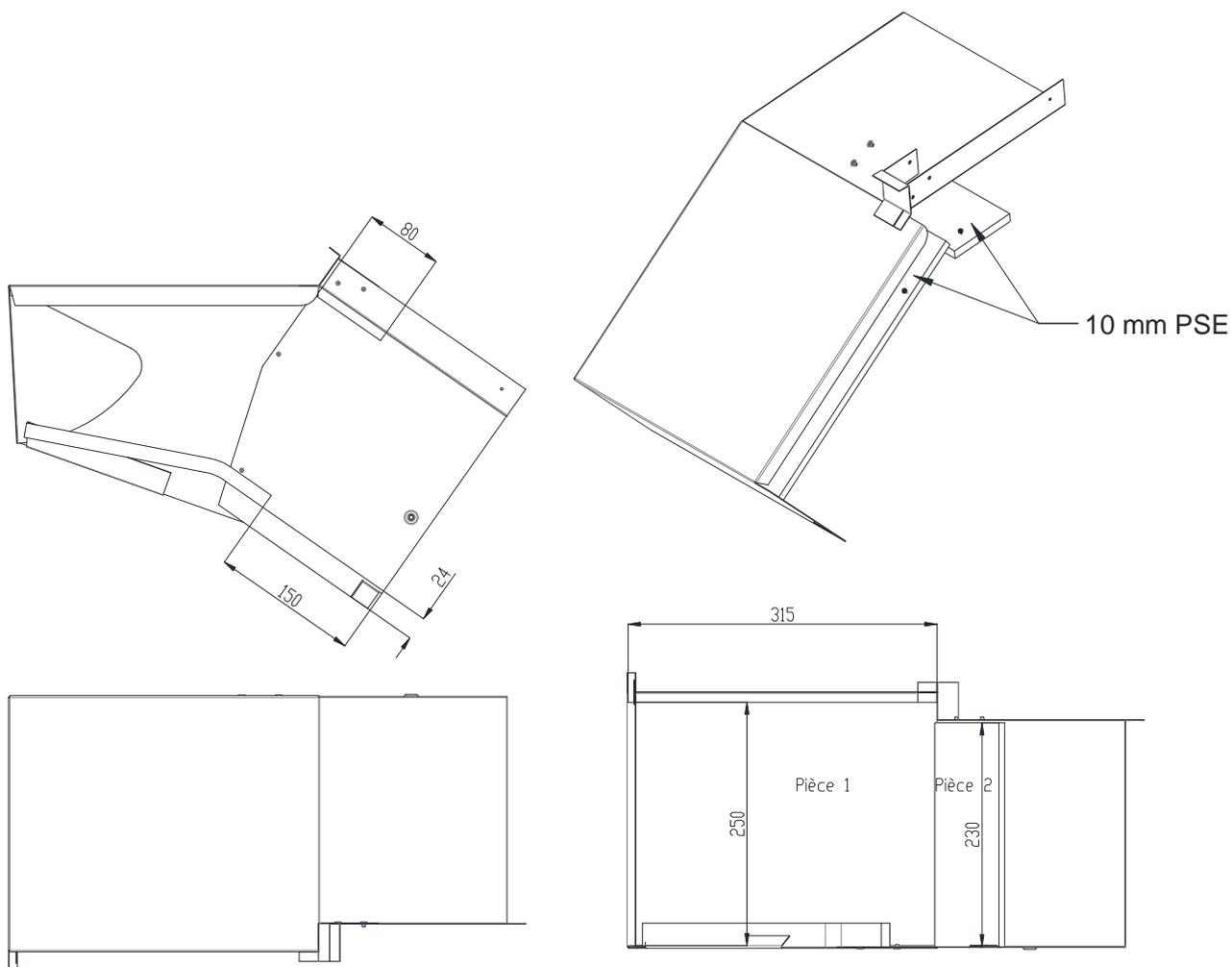
éclaté raccordements



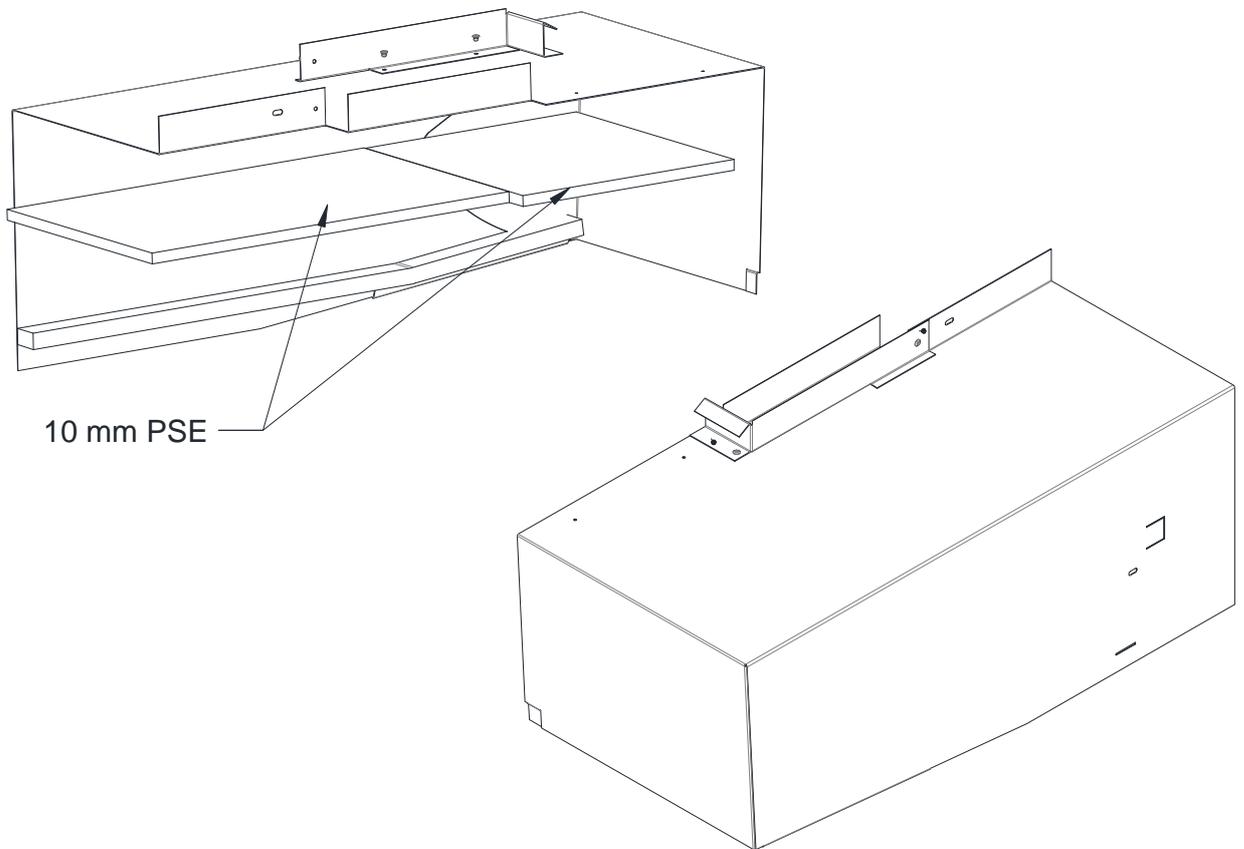
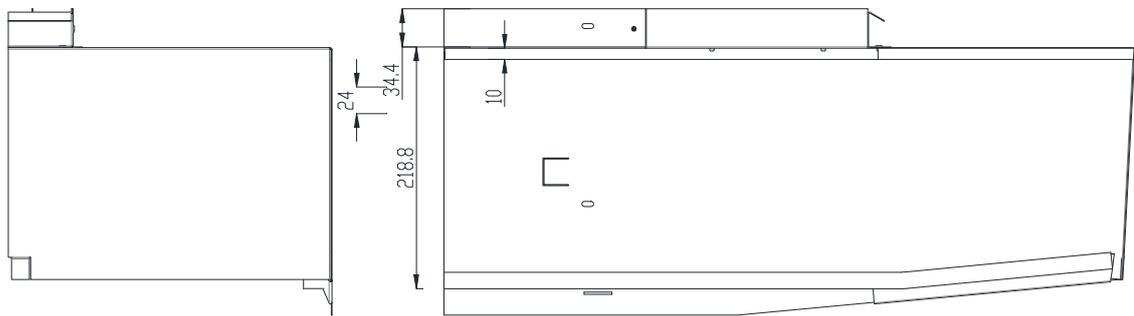
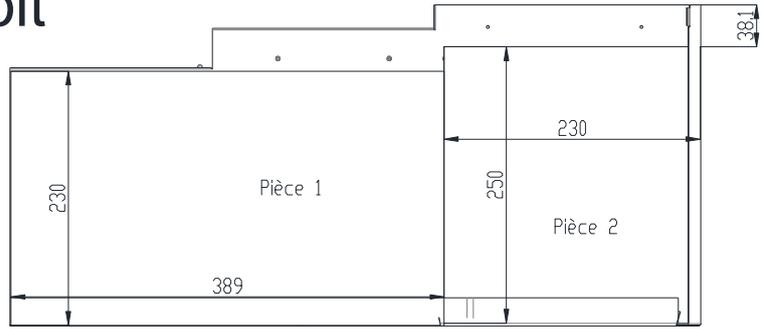
Principe d'installation avec raccords et profilés de recouvrement



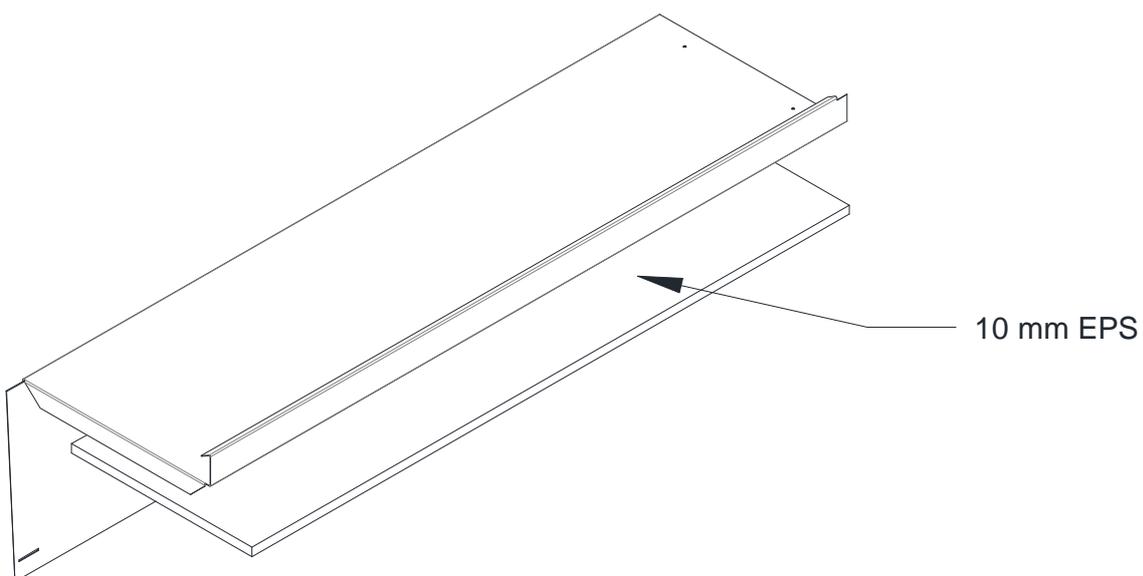
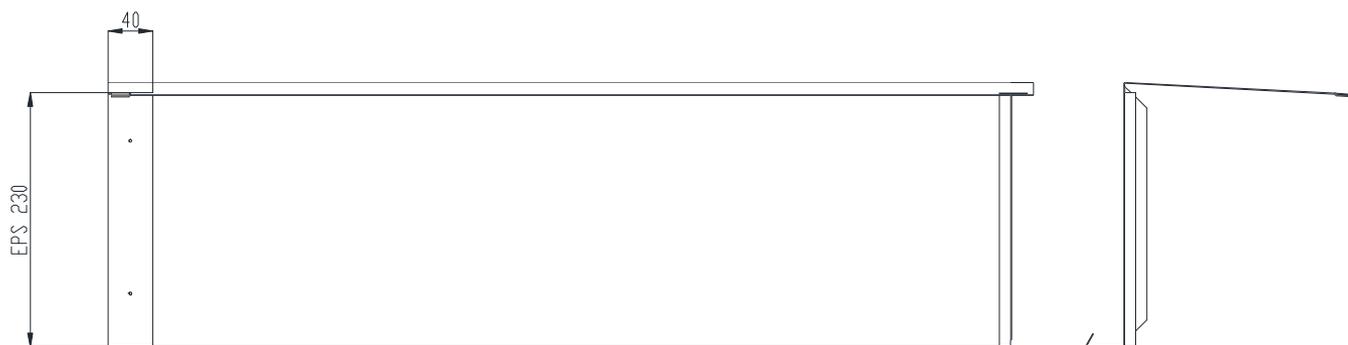
Raccord Angle Partie haute avec isolant PSE, gauche/droit 1.h.1 / 1.h.2



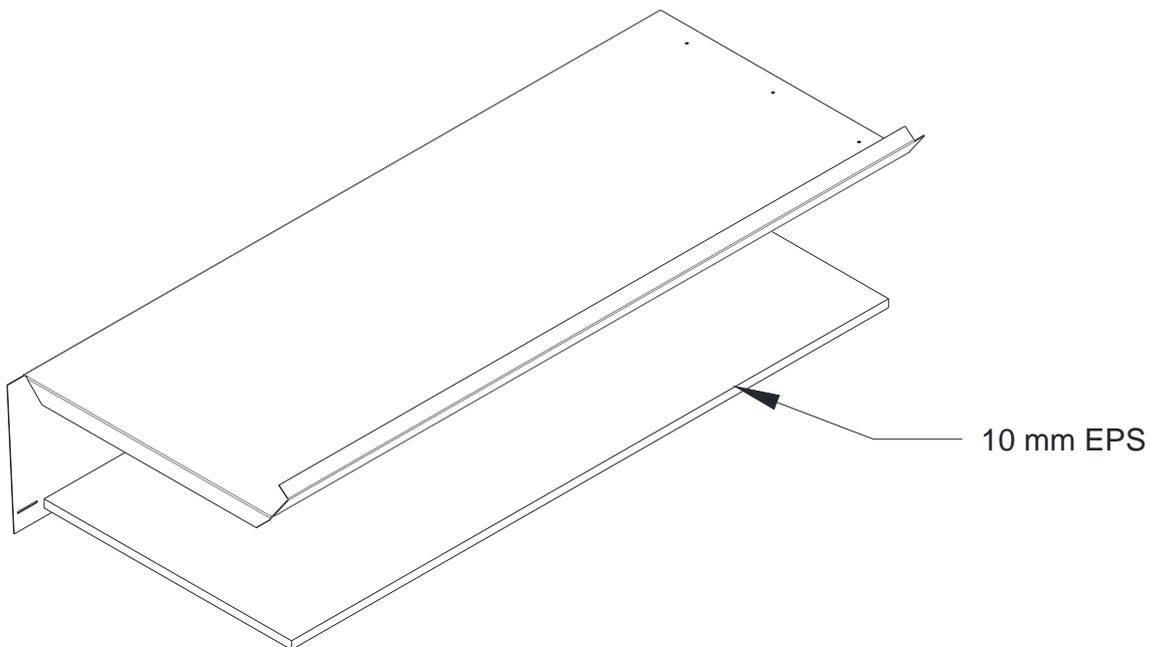
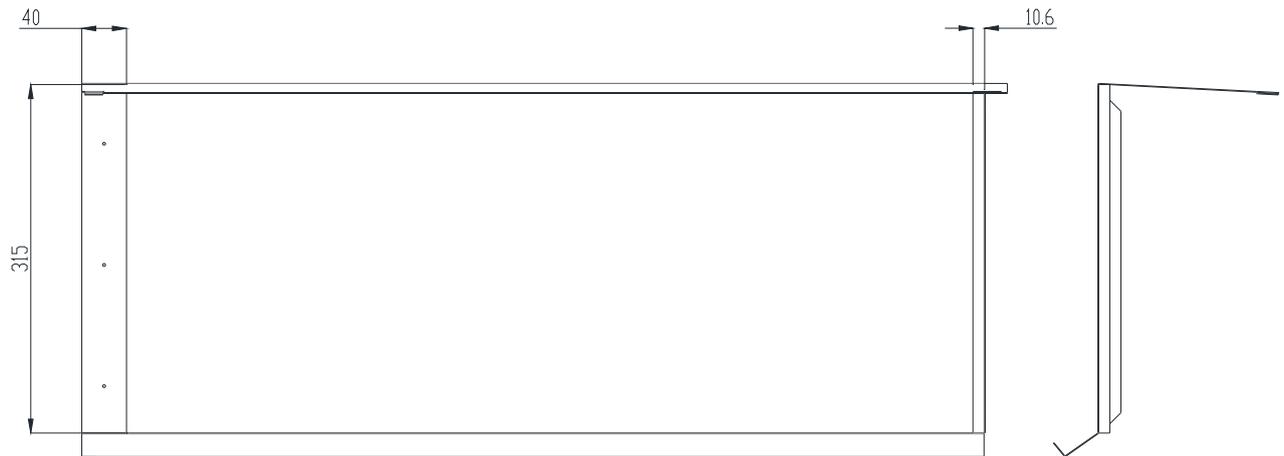
Raccord Angle Partie Basse avec isolant PSE, gauche/droit 2.h.1 / 2.h.2



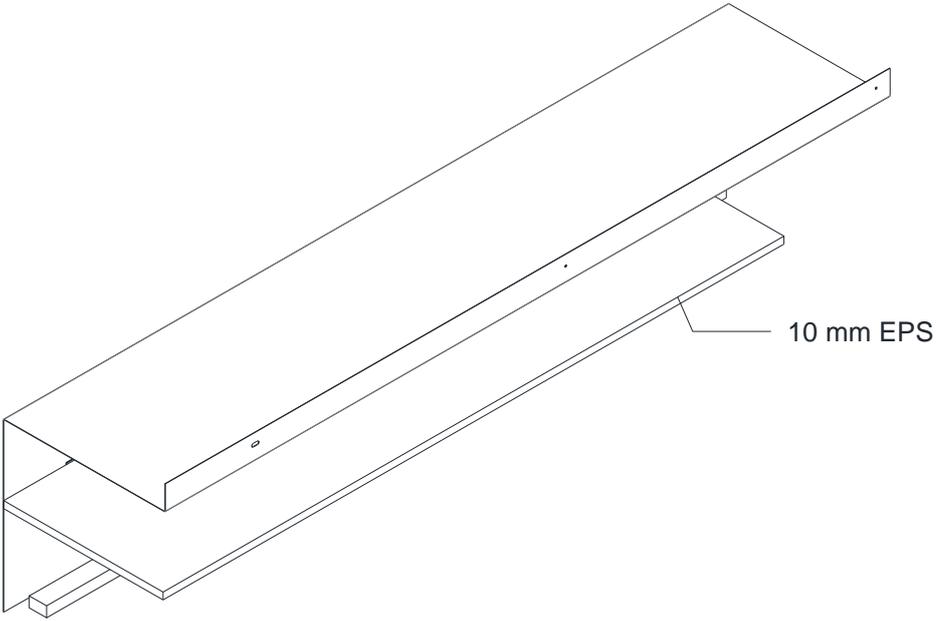
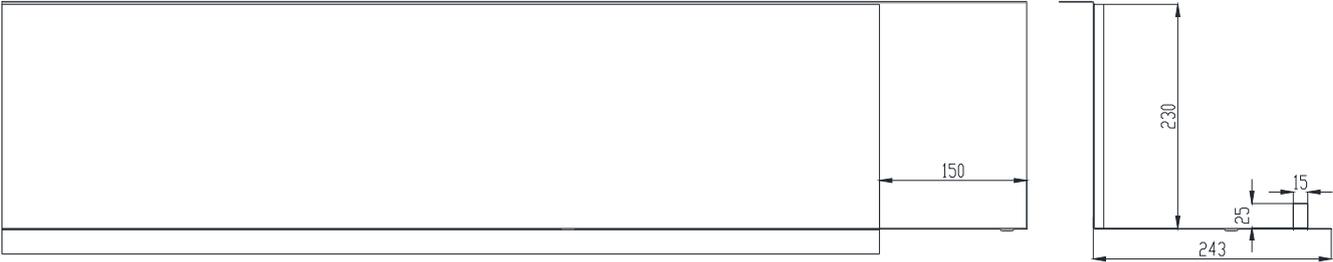
Raccord Partie Basse avec isolant PSE 3.h



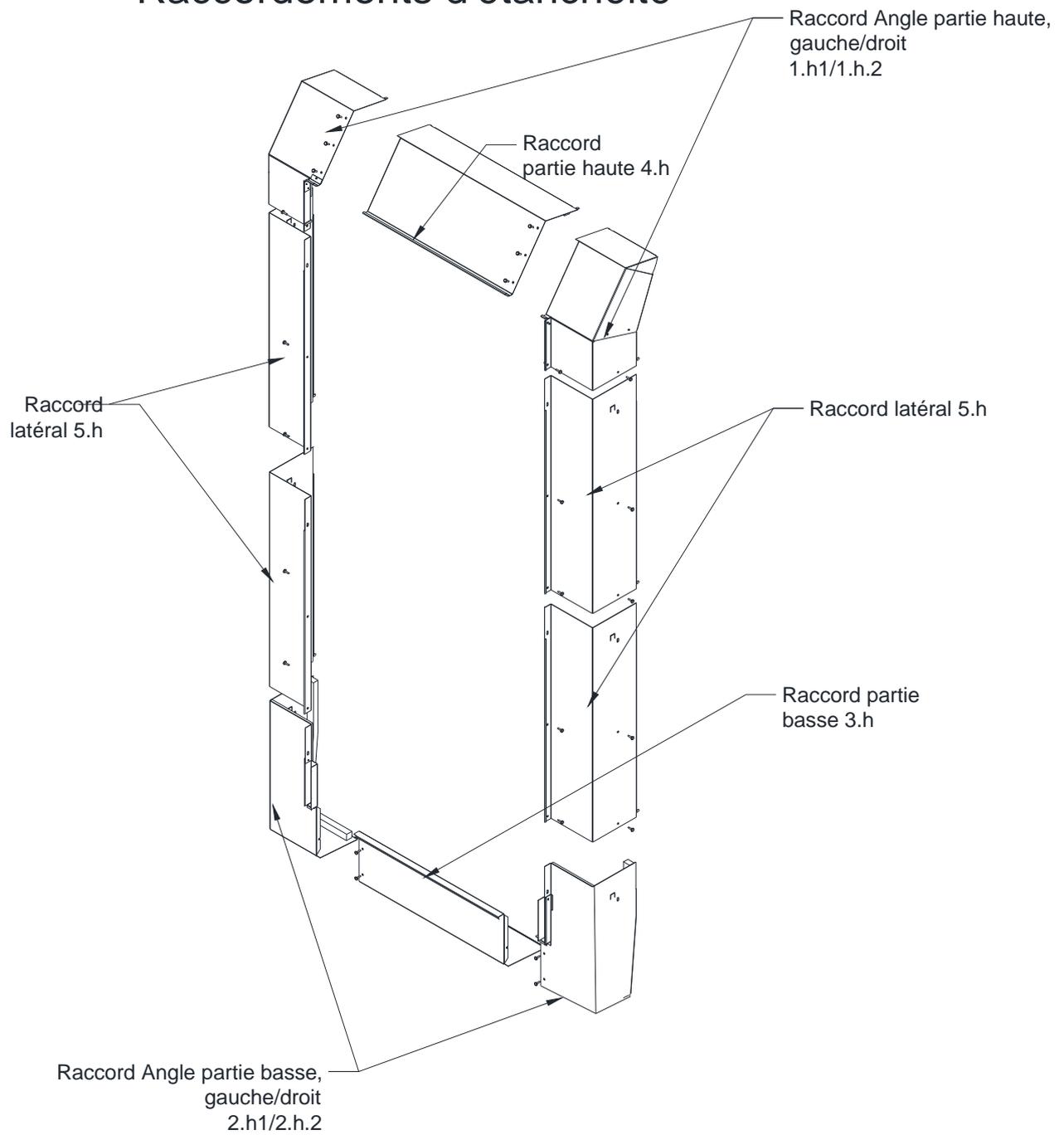
Raccord Partie Haute avec isolant PSE 4.h



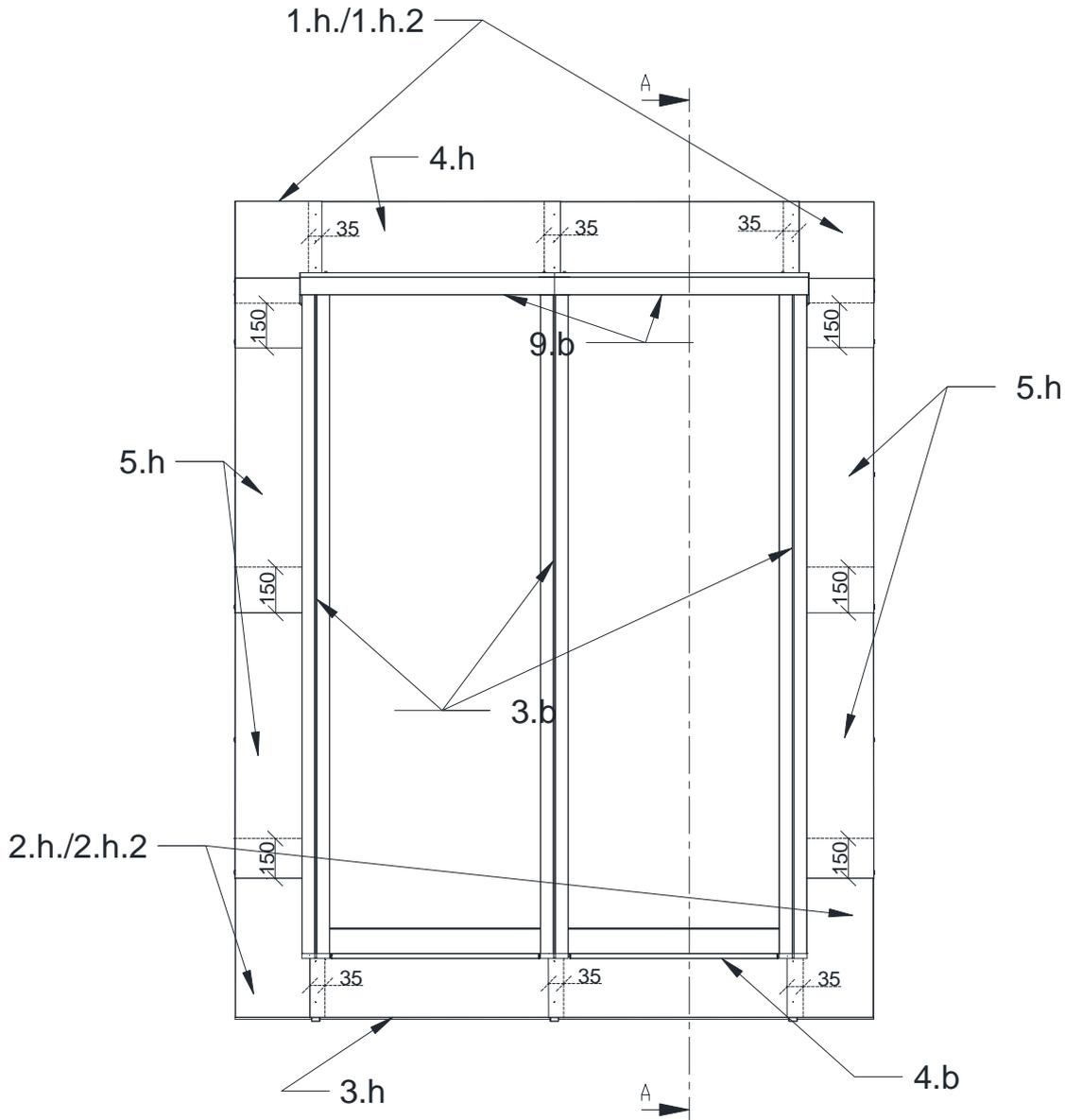
Raccord Partie Latérale avec isolant PSE 5.h



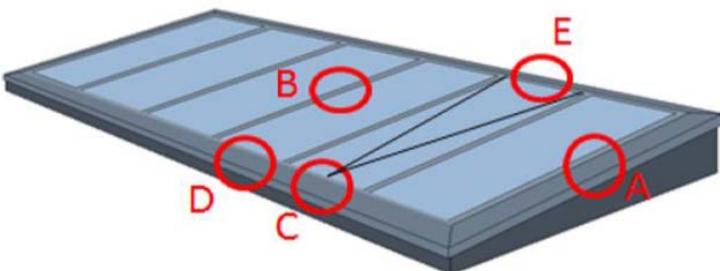
Raccordements d'étanchéité



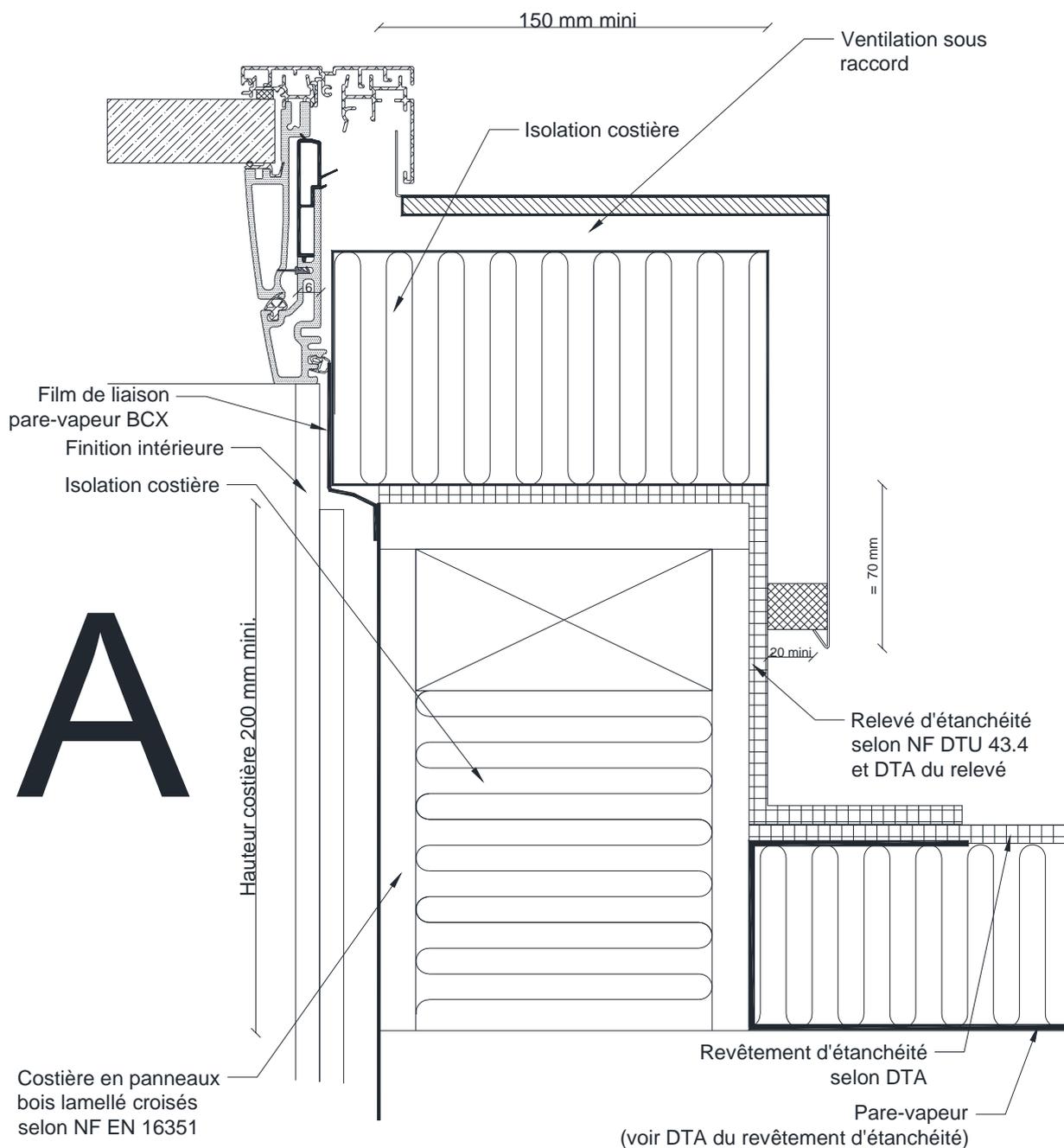
Principe d'installation avec raccords et profilés de recouvrement



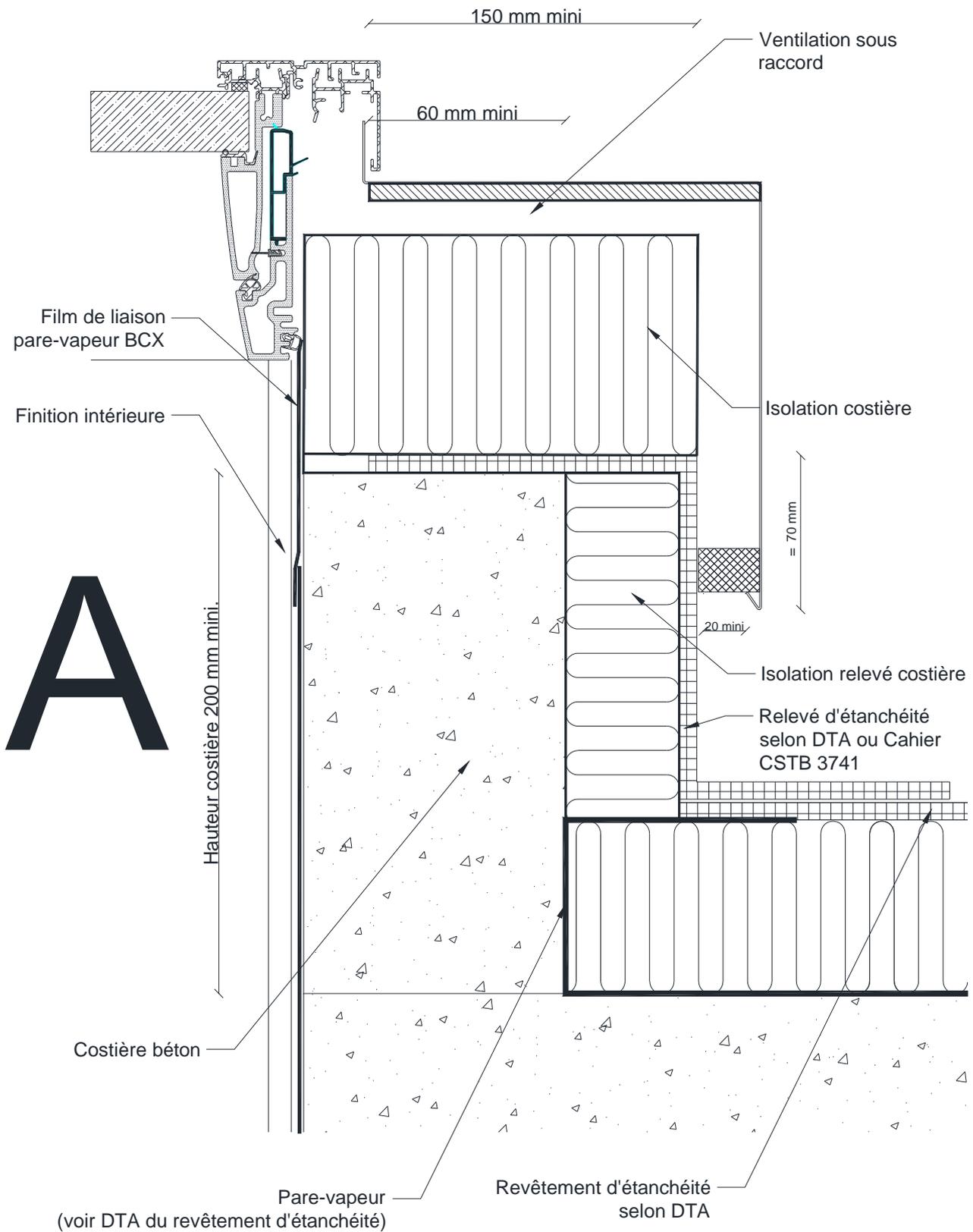
IDENTIFICATION DES COUPES – Modules installés sur costière bois ou béton



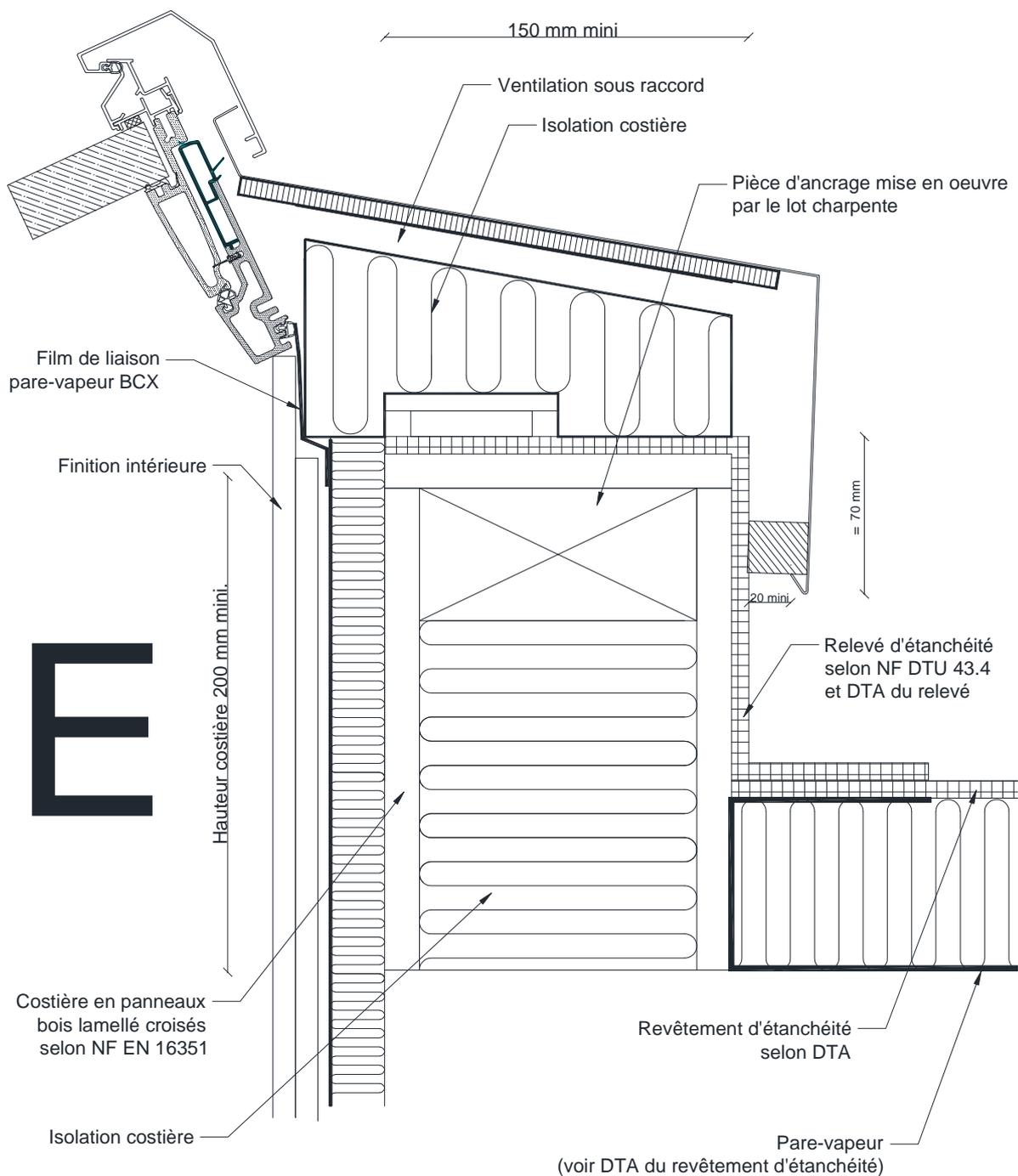
A: Coupe latérale verrière linéaire installée sur costière bois



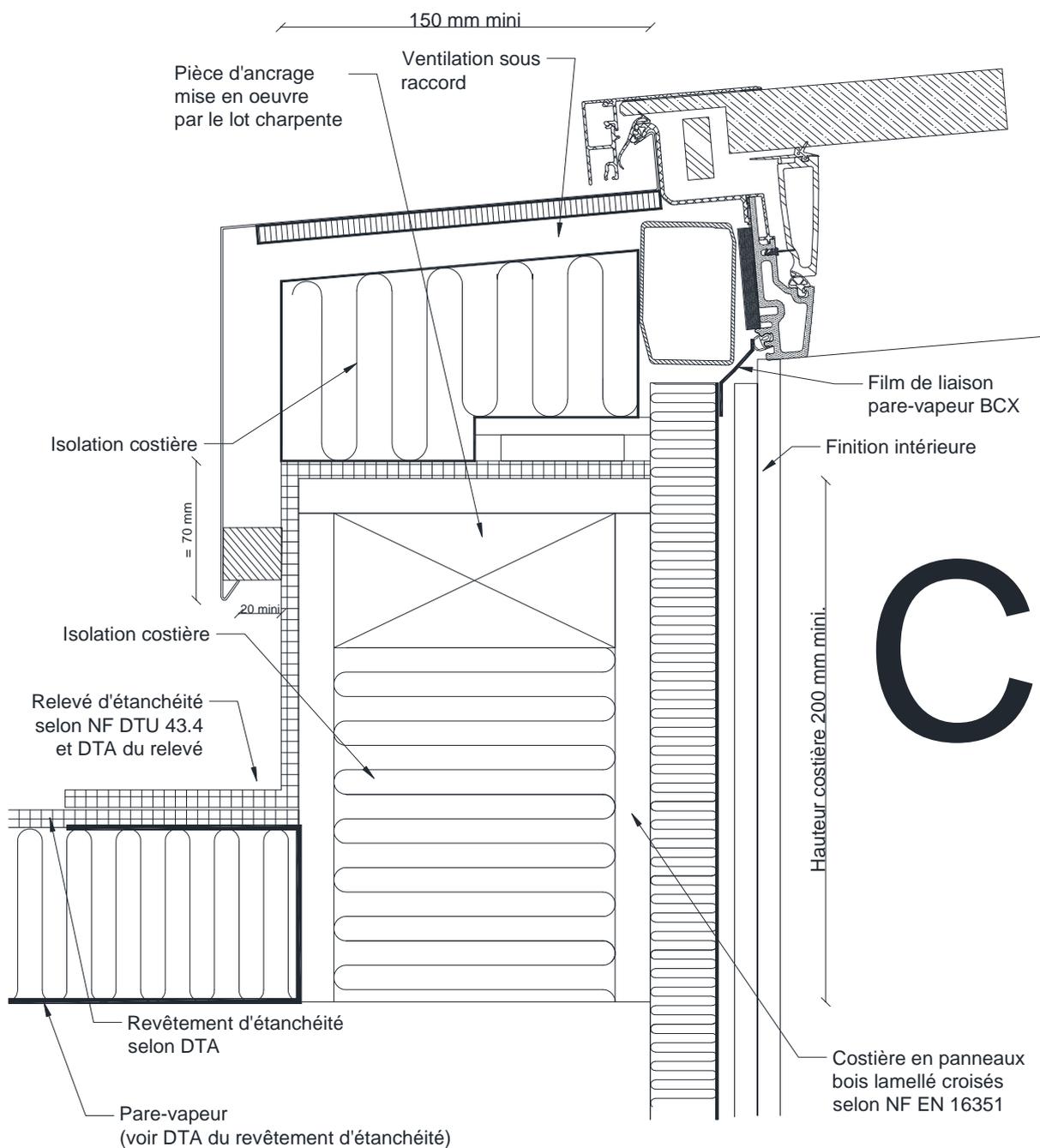
A: Coupe latérale verrière linéaire installée sur costière béton



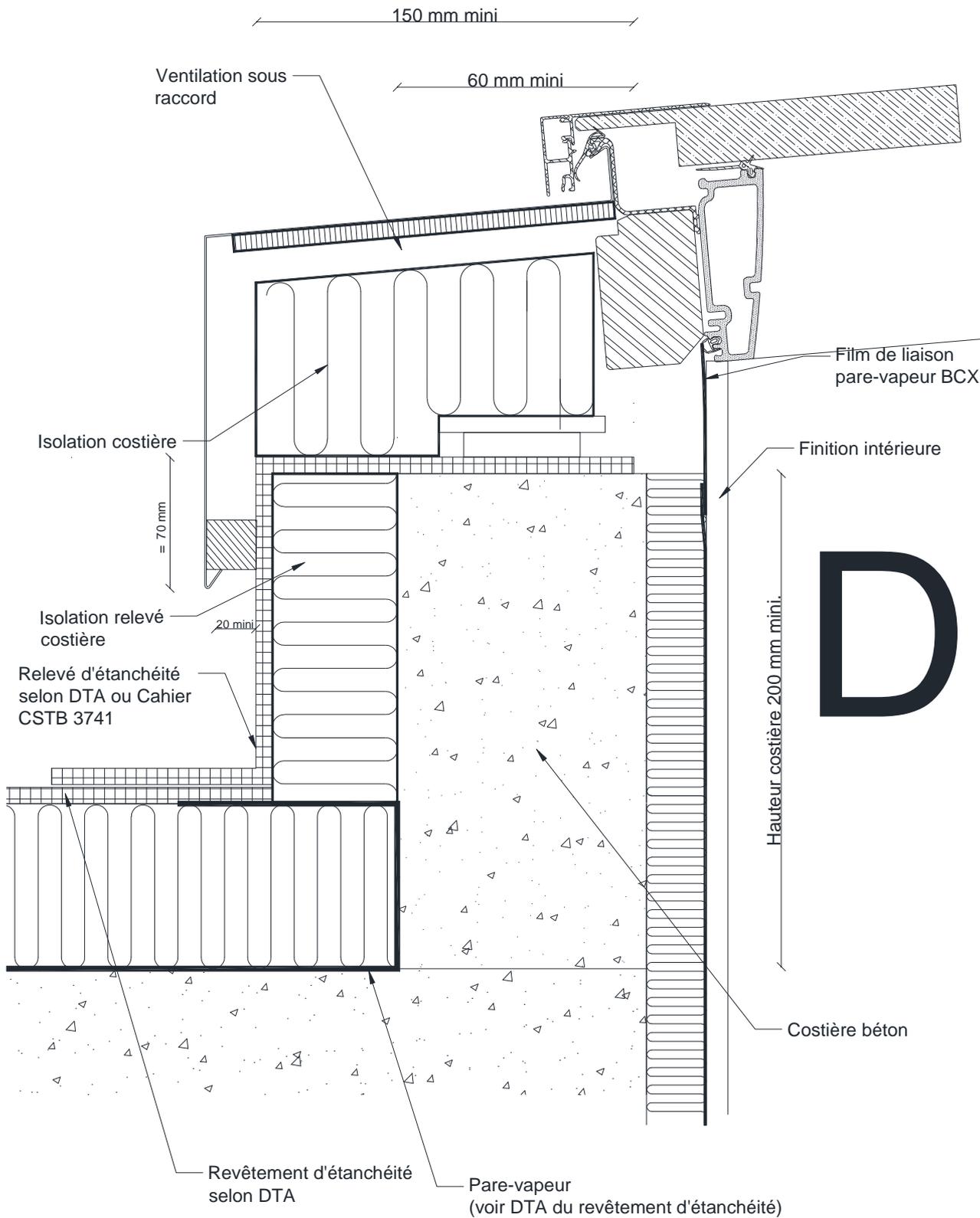
E: Coupe haute verrière linéaire installée sur costière bois



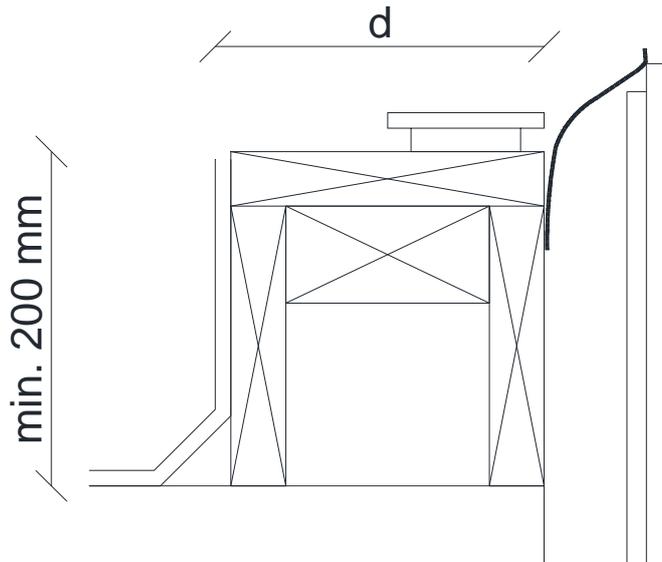
C: Coupe basse verrière linéaire installée sur costière bois



D: Coupe basse verrière linéaire installée sur costière béton

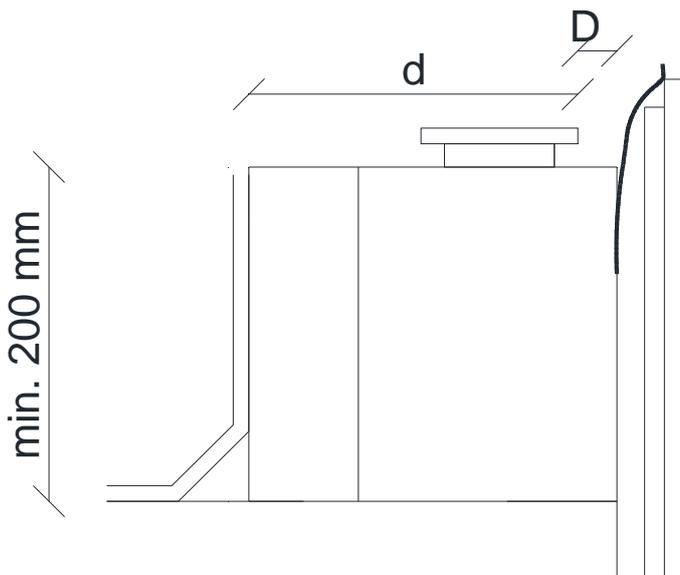


Costière bois: Cotes à respecter



$d = 210$ mm entre le nu extérieur de la costière et la face de l'aplat en acier, recevant les pattes de fixation, située côté finition intérieure

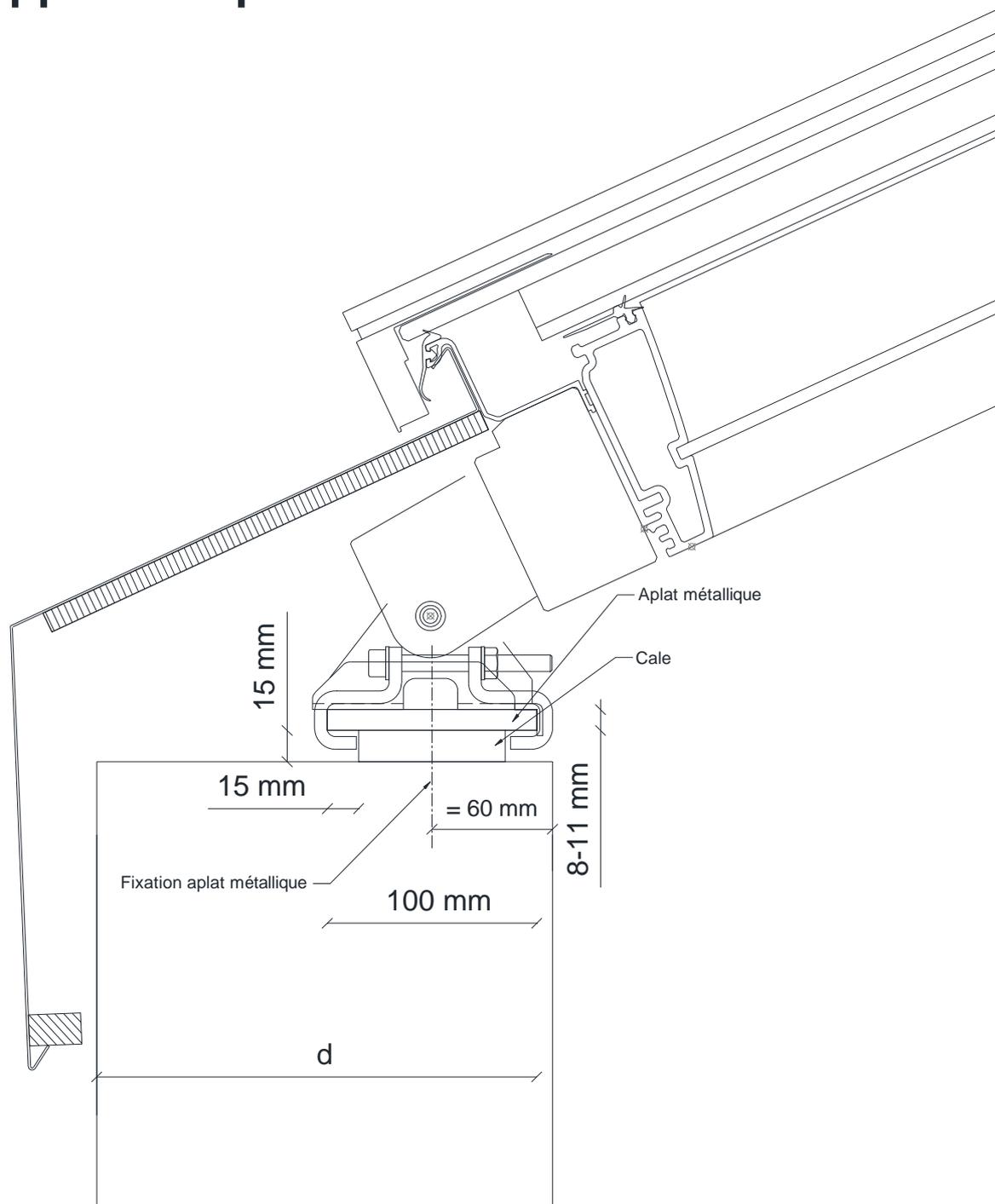
Costière béton: Cotes à respecter



$d = 210$ mm entre le nu extérieur de la costière et la face de l'aplat en acier, recevant les pattes de fixation, située côté finition intérieure

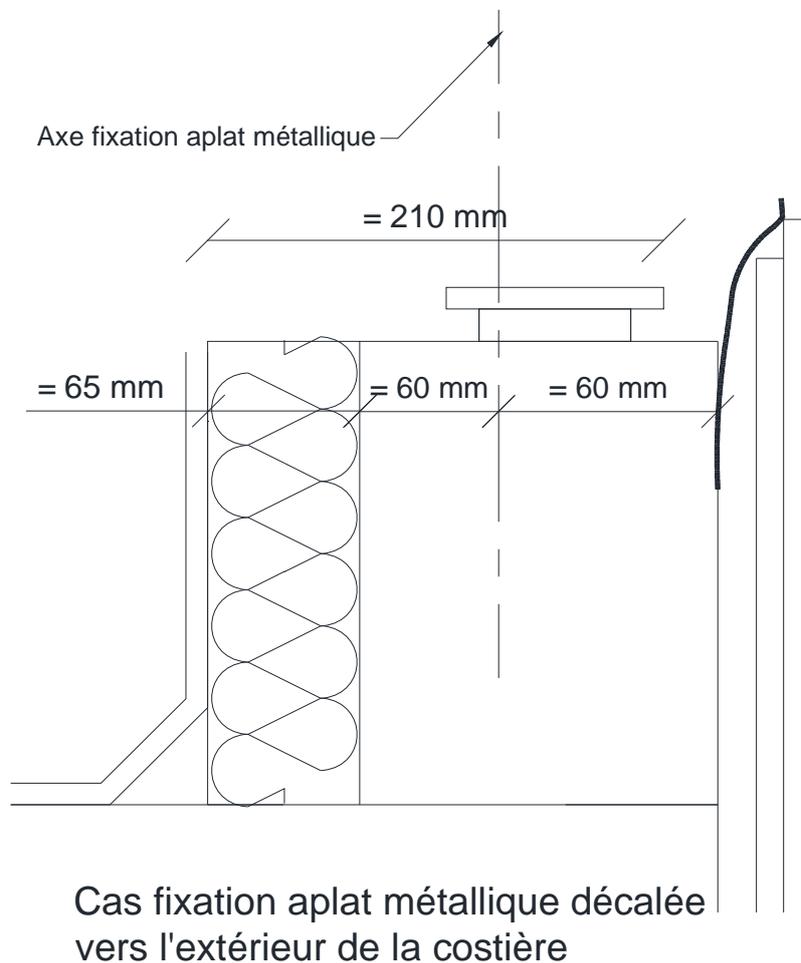
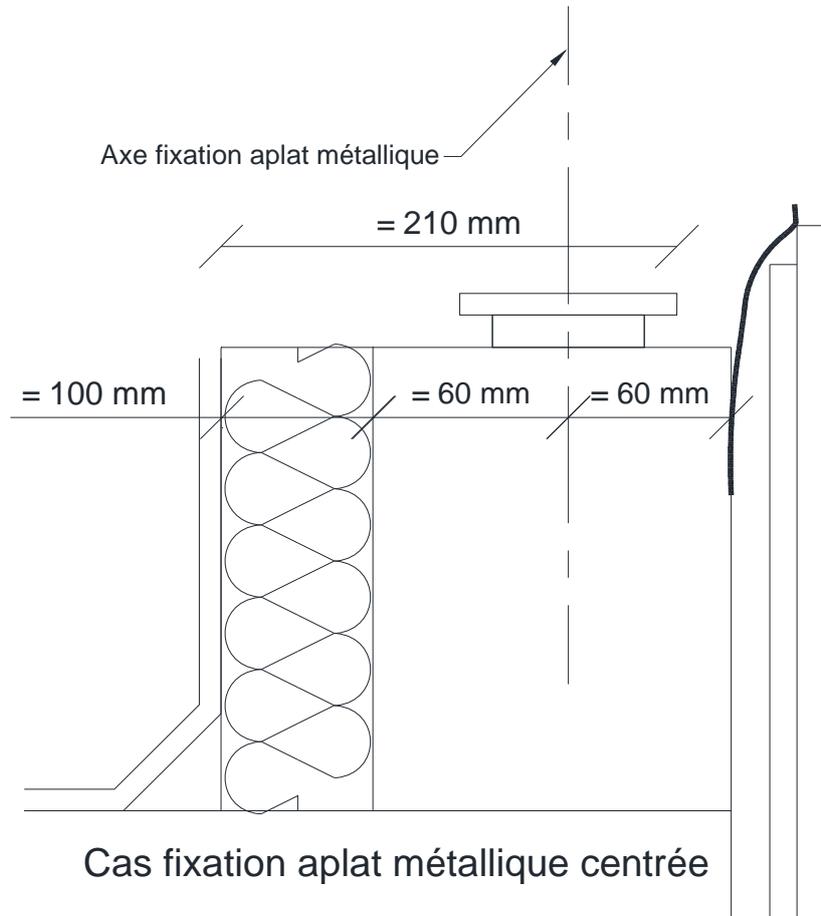
$D = 25$ mm entre le nu intérieur de la costière et la face de l'aplat en acier, recevant les pattes de fixation, située côté finition intérieure

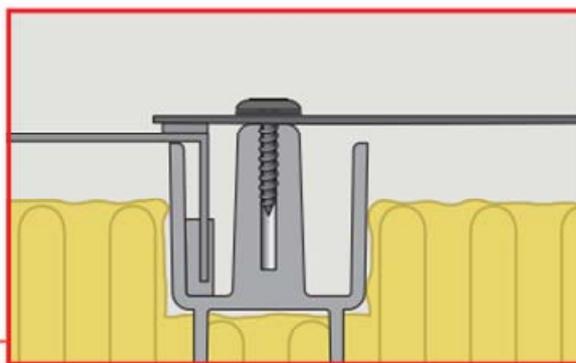
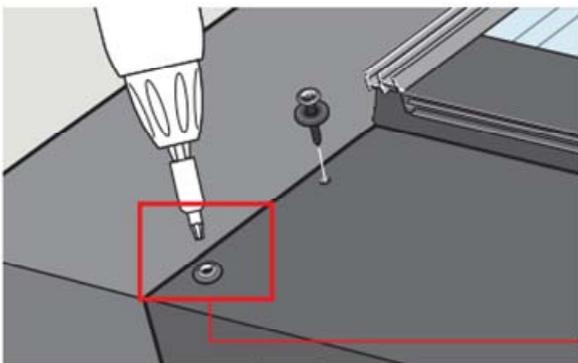
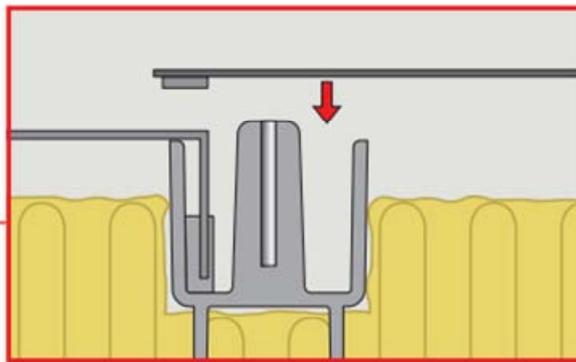
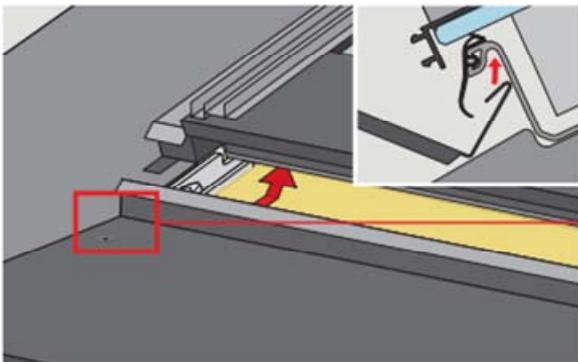
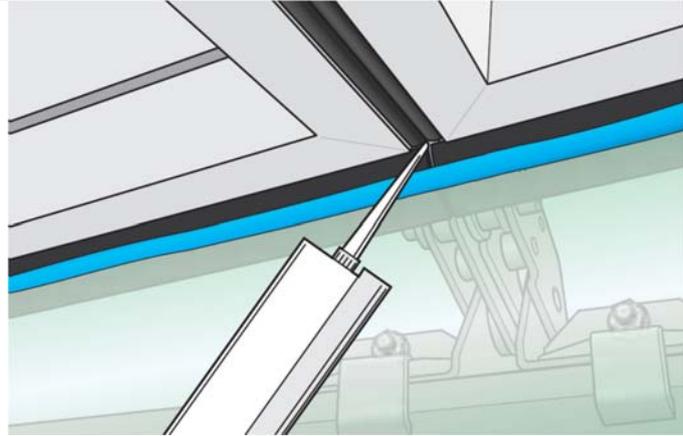
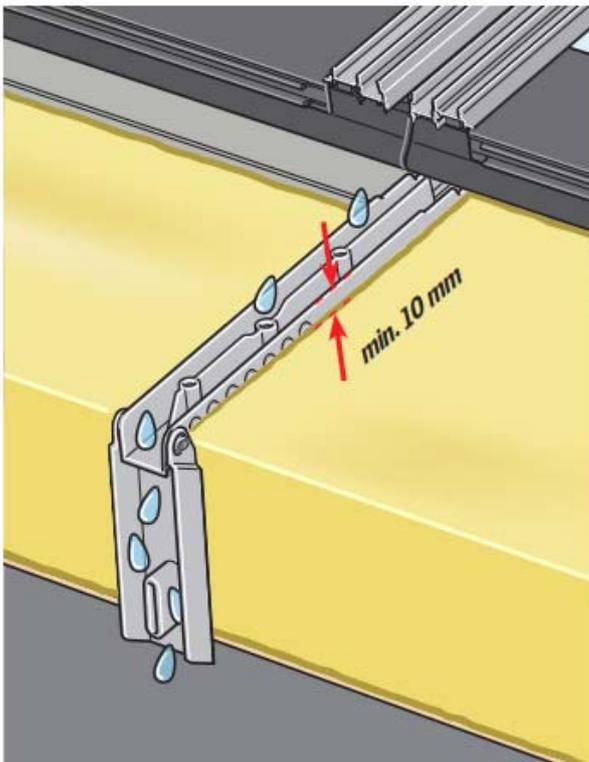
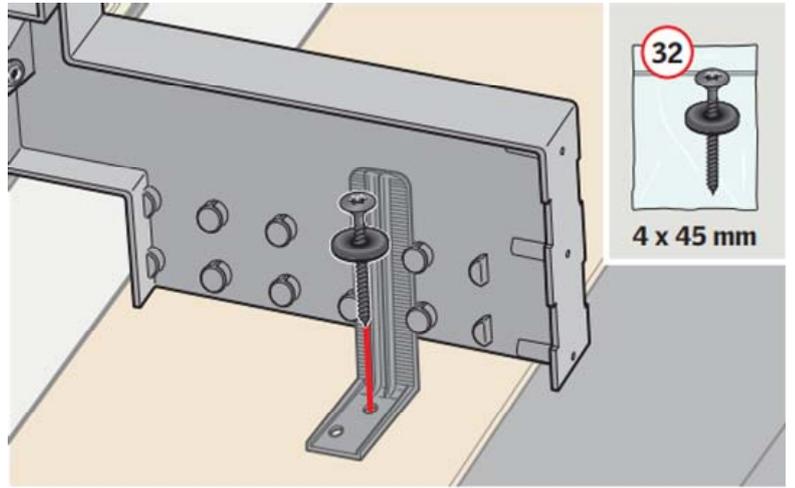
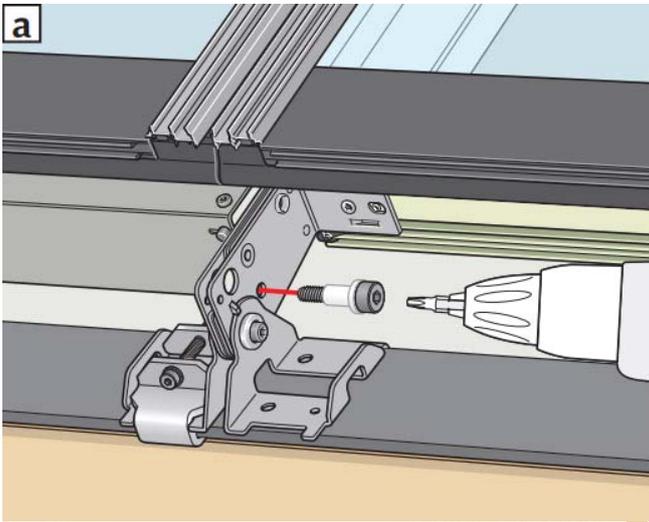
Dimensions et positionnement aplat acier support des pattes de fixation



d = 210 mm entre le nu extérieur de la costière et la face de l'aplat en acier, recevant les pattes de fixation, située côté finition intérieure

Epaisseur isolation costière





Annexe 1

Formule pour le calcul du coefficient de transmission thermique surfacique global du procédé intégrant les déperditions par la costière et les pattes de fixation

Le calcul des déperditions thermiques par transmission à travers un procédé VMS composé de N_{HVC} fenêtres ouvrantes et N_{HFC} fenêtres fixes de dimensions $L \times H$ identiques se fait à l'aide de la formule suivante :

$$U_{w,VMS} = \frac{A_p \cdot U_p + L \cdot H \cdot (N_{HVC} \cdot U_{w,HVC} + N_{HFC} \cdot U_{w,HFC}) + (N_{HVC} + N_{HFC} - 1) \cdot (L \cdot \Psi_B + \chi_{haut}^* + \chi_{bas}^*) + L \cdot (2 \cdot \Psi_A + (N_{HVC} + N_{HFC}) \cdot \Psi_E + N_{HVC} \cdot \Psi_C + N_{HFC} \cdot \Psi_D) + 2 \cdot (\chi_{haut} + \chi_{bas})}{A_{w,p}}$$

Avec :

A_p : Surface totale intérieure de la costière, en m^2 ,

U_p : Coefficient de transmission thermique surfacique de la costière, calculé conformément aux Règles Th-U édition 2015, en $W/(m^2.K)$,

$U_{w,HVC}$: Coefficient de transmission thermique surfacique de la fenêtre ouvrante, déterminé conformément aux formules du paragraphe 2.2, en $W/(m^2.K)$,

$U_{w,HFC}$: Coefficient de transmission thermique surfacique de la fenêtre fixe, déterminé conformément aux formules du paragraphe 2.2, en $W/(m^2.K)$,

$\Psi_{A,...,E}$: Coefficient de transmission thermique linéique de la jonction fenêtre / costière, déterminé à partir du tableau 3, en $W/(m.K)$.

$\chi_{haut,...}$: Coefficient de transmission thermique ponctuel des pattes de fixation, déterminé à partir du tableau 4, en W/K ,

$A_{w,p}$: Surface intérieure projetée de la verrière VMS, en m^2 . A défaut de valeurs mesurées, cette surface peut être approximée par :

$$A_{w,p} \approx (N_{HFC} + N_{HVC}) \times L \times H \times \cos(\beta)$$

Où : β Inclinaison de la verrière par rapport à l'horizontale

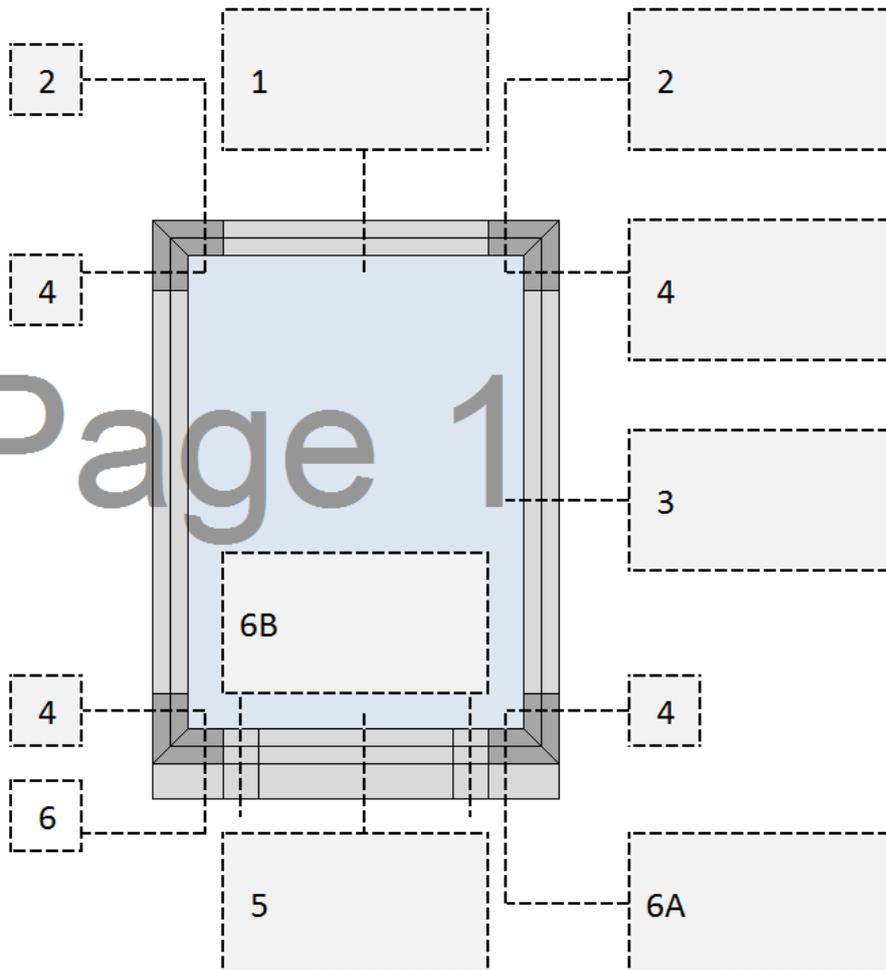


Figure 1 : Notation des sections pour le calcul des coefficients de transmission thermique linéiques des profilés pour une fenêtre fixe (HFC).

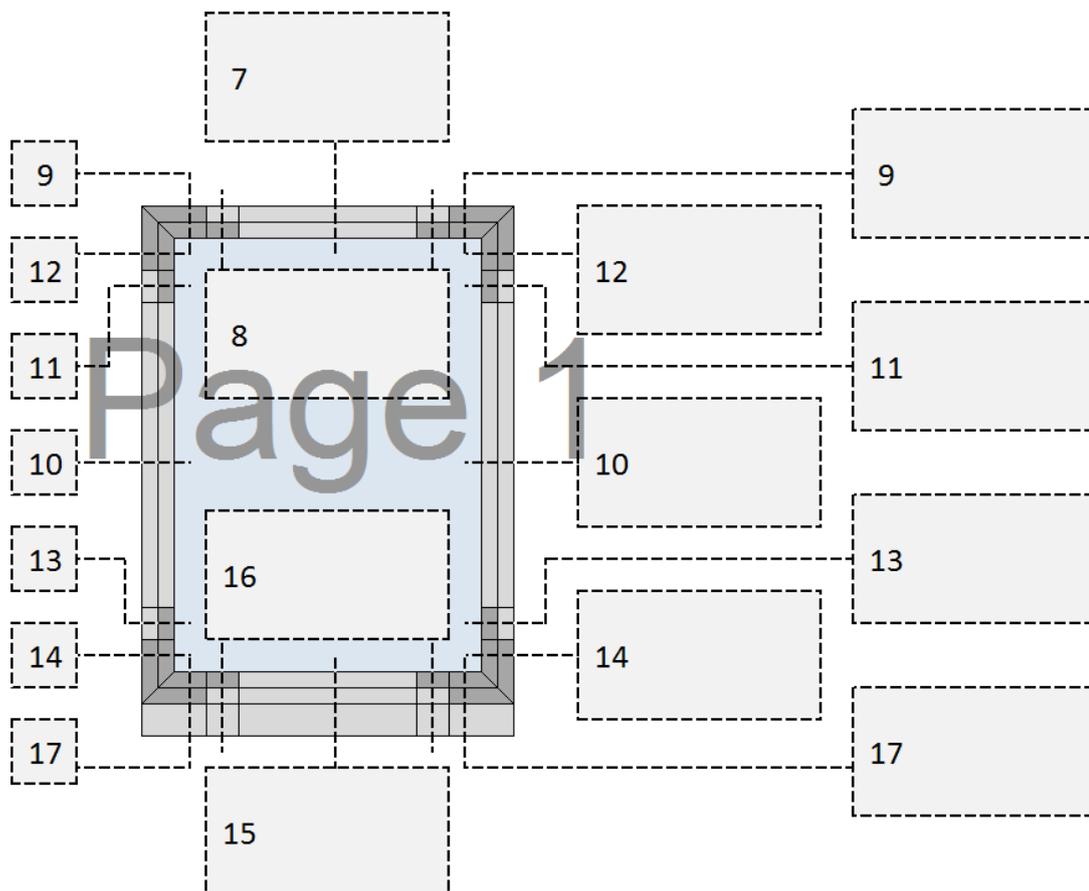


Figure 2 : Notation des sections pour le calcul des coefficients de transmission thermique linéiques des profilés pour une fenêtre ouvrante (HVC).

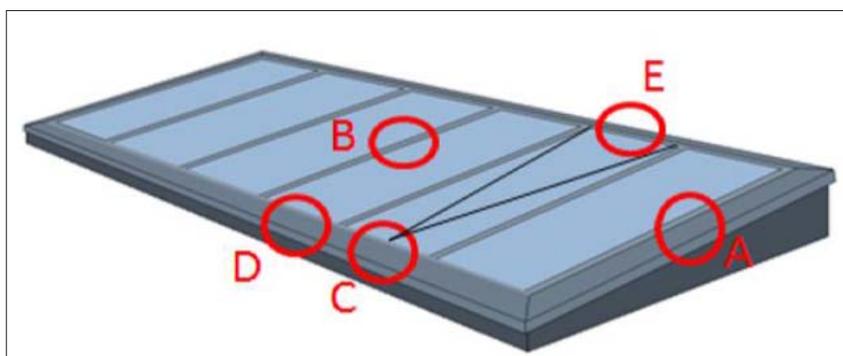


Figure 3 : Notation des sections pour le calcul des coefficients de transmission thermique linéiques des jonctions fenêtres / costière

Annexe 2

Contrôles de réception par la société PRESS GLASS (Radomsko)

Pour chaque matière première (espaceur, butyle, mastic de scellement, déshydratant), il est réalisé les contrôles suivants :

- identification du produit et de la livraison (conformité à la commande),
- état de l'emballage (pas de dégradation),
- contrôle visuel et fonctionnel de chaque store
- vérification des certificats de contrôles des fabricants

Les produits verriers (couche ou non) sont contrôlés par vérification de la conformité de l'étiquetage à la commande avec enregistrement.

Les contrôles de réception sont réalisés conformément à la norme EN 1279-6. Les contrôles de réception prévus par la norme EN 1279-6 concernant l'adhérence sur espaceur et verre sont considérés comme étant réalisés en cours de production par le test papillon.

Les contrôles de réception sont enregistrés.

Annexe 3

Contrôles principaux en cours de production par la société PRESS GLASS (Radomsko)

Éléments	Type de contrôle	Modalités Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
Qualité de l'eau	Conductivité	$\leq 30 \mu\text{Scm}^{-1}$	oui		1 fois/jour	oui
Cadre espaceur	Remplissage en déshydratant	4 côtés critères internes	oui		1 fois/poste	oui
	Dimensions du cadre assemblé (longueur et largeur)	$\pm 1 \text{ mm}$ par rapport au nominal	oui		1 fois/poste	oui
Déshydratant	Test exothermique	Spécification fabricant	oui		1 fois/poste	oui
Butyle	Poids de butyl	$\geq 2,5 \text{ g/ml}$	oui		1 fois/poste	oui
Mastic de scellement polyuréthane	Dureté Shore A	Spécification fabricant	oui		1 fois/poste	oui
	Homogénéité	homogénéité		oui	1 fois/poste	oui
	Adhérence verre/scellement/ Espaceur (test papillon) et scellement espaceur (tests en H)	Rupture cohésive		oui	1 fois/poste	oui
	Rapport de mélange	Spécification fabricant	oui		1 fois/semaine	oui
Gaz remplissage	Remplissage en argon	Au minimum 90 %	oui		1 volume/poste si prod < 100 vol/poste 2 volumes/poste si prod > 100 vol/poste	oui

Annexe 4

Contrôles principaux sur vitrages finis par la société PRESS GLASS (Radomsko)

Éléments	Type de contrôle	Modalités Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
Butyl	Largeur de la surface de contact	2,5 mm minimum en contact avec le verre émarginé et pas de discontinuité	oui		1 fois/poste	Oui
Mastic de scellement polyuréthane	Hauteur (contact mastic - verre)	7 mm	oui		1 fois/poste	Oui
	Aspect du mastic de scellement	Critères internes		oui	1 fois/poste	Oui
Butyl /mastic de scellement	Contact	En partie courante et dans les angles		oui	1 fois/poste	Oui
Vitrage	Marquage	Référence produit et avis technique, année, semestre, sigle CCFAT		oui	unitaire	Oui
	Stockage	Verres calés ou posés côté verre non débordant		oui	unitaire	Oui

Nota :

Par ailleurs, il est réalisé :

- un essai d'exposition en étuve haute humidité et mesure des températures de point de rosée, à l'état initial et après 56 jours en étuve haute humidité tous les mois au minimum, sur un vitrage sans décalage des bords, de dimensions 350 x 500 mm 4/16/4.