

# Avis Technique 2/16-1725

*Eléments de remplissage  
de véranda  
Infill elements for verandas*

---

## Gamme NOVATOIT

---

**Titulaire :** Société AV Composites  
ZA de la Massane  
11 avenue des Joncades Basses  
FR-13210 Saint Rémy de Provence  
  
Tél. : +33 (0)4 32 61 92 95  
Fax : +33 (0)4 90 15 43 39  
E-mail : [contact@avcomposites.com](mailto:contact@avcomposites.com)  
Internet : [www.avcomposites.com](http://www.avcomposites.com)

### Groupe Spécialisé n° 2.1

Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich

Publié le 2 septembre 2016



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](http://www.ccfat.fr)

# Le Groupe Spécialisé n° 2.1 «Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich» de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné le 8 mars 2016, le procédé d'élément de remplissage de couverture pour véranda « Gamme NOVATOIT », présenté par la société AV COMPOSITES. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Procédé d'élément de remplissage pour couvertures de véranda neuves ou existantes en panneaux sandwich dont les parements sont en tôles planes d'aluminium et l'âme composée de plaques de polystyrène expansé (EPS) ou de polystyrène extrudé (XPS) avec ou sans contre-parement acoustique.

Les panneaux sont :

- soit maintenus sur 2 côtés longitudinaux, 3 ou 4 côtés sur des profilés supports et par des profilés serreurs ;
- soit autoportants où les panneaux de la gamme acoustique sont uniquement posés sur 2 traverses haute et basse avec une jonction longitudinale entre eux assurant l'éanchéité.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : 16 mm à 168 mm ;
- Longueur : jusqu'à 7,50 mètres ;
- Largeur : 1,20 mètre.

### 1.2 Identification

Les colis sont identifiés selon le marquage précisé au § 6.2 du Dossier Technique.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Toitures de véranda chauffées ou non, adossées à des habitations individuelles ou isolées.

La mise en œuvre dans des bâtiments de type ERP est exclue.

Les panneaux ne sont pas circulables. Pour la mise en œuvre et l'entretien, les panneaux peuvent être accessibles avec mise en œuvre de dispositions spécifiques (cf. § 2.263 – Conditions relatives à la maintenance et au nettoyage).

### 2.2 Appréciation sur le produit, composant ou procédé

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

##### Stabilité

Les éléments de remplissage de toiture de véranda ne participent pas à la stabilité générale du bâtiment. Le contreventement horizontal n'est pas assuré par les éléments de remplissage de toiture. La stabilité générale incombe à la structure qui les supporte.

L'espacement entre lisse, déterminé au cas par cas en fonction des efforts de vent et de neige appliqués, en tenant compte d'une part de la résistance en flexion des panneaux et d'autre part de la résistance des organes de fixation, permet d'assurer convenablement la stabilité propre des éléments de remplissage de toiture.

##### Sécurité en cas d'incendie

« Les panneaux EdR installés en toiture des vérandas, des bâtiments d'habitation des 1ère et 2ème familles, n'aggravent pas les risques vis-à-vis de l'incendie si les dispositions suivantes sont appliquées :

- Concernant l'installation électrique, soit elle ne traverse pas les panneaux EdR car elle se situe sur les murs au minimum à 30 cm, soit les câbles électriques sont continus (sans jonction intermédiaire) et sont insérés dans les montants ou les traverses en aluminium et ne sont pas en contact avec l'isolant ;
- L'installation électrique est conforme aux Règles Professionnelles Vérandas (passage des câbles dans les tubulures et installation de disjoncteurs 30 mA) ;
- La façade de la véranda est largement vitrée ;
- Les détecteurs de fumées sont à prévoir et ils doivent être positionnés au niveau des murs à une distance de 30 cm des panneaux.

Dans les cas où les câbles électriques passent dans les montants ou les traverses de la véranda, il faut que les ampoules ou les lampes soient éloignées d'au moins 30 cm du panneau EdR, sinon, elles doivent être protégées en partie arrière pour éviter un échauffement prolongé du panneau par le rayonnement.

*Les conditions dans lesquelles le procédé peut être utilisé dans les ERP ne sont pas visées. Le classement de réaction au feu doit être attesté par un procès-verbal d'essai en cours de validité. »*

##### Stabilité en zone sismique

Les éléments de remplissage de toiture de véranda sont définis par le guide ENS « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti » comme éléments non structuraux n'ayant pas de fonction portante.

Pour les panneaux respectant les limitations, de hauteur de référence,  $h_{lim} = 1,50$  m (longueurs du porte-à-faux) et de masse surfacique de référence,  $m_{lim} = 25$  kg/m<sup>2</sup>, le risque est considéré comme faible et il n'est pas exigé de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement de l'élément.

Dans le cas où ces limites ne sont pas respectées, les éléments devront faire l'objet d'une prise en compte du risque sismique.

##### Isolation thermique

Dans le cas où le procédé est utilisé en rénovation thermique de bâtiments existants telle que définie dans les Arrêtés du 3 Mai 2007 (RT existant élément par élément) ou du 13 Juin 2008 (RT existant globale), le respect des caractéristiques thermiques minimales imposées dans ces réglementations est à vérifier au cas par cas.

Dans le cas où le procédé est utilisé en construction neuve (RT 2012, Arrêtés du 26 Octobre 2010 et du 28 Décembre 2012), la Réglementation Thermique n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois. La transmission thermique surfacique des parois intervient comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio) et de la consommation globale du bâtiment pour lesquels les Arrêtés fixent une exigence réglementaire. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue donc au cas par cas en utilisant les méthodes de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

- Le calcul du coefficient de transmission surfacique U de la paroi doit être effectué conformément aux règles Th-U.
- Le calcul du facteur solaire S doit être effectué conformément aux règles Th-S.
- Le calcul de la transmission lumineuse doit être effectué conformément aux règles Th-L.

##### Données environnementales et sanitaires

Les produits de la marque NOVATOIT 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 des produits de la marque NOVATOIT.

##### 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 déclaration 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.

##### Autres informations techniques

###### • Isolation acoustique

Les performances acoustiques sont à justifier au cas par cas en fonction des exigences applicables.

###### • Sécurité en cas de choc

Les éléments de remplissage de toiture de véranda sont considérés non accessibles.

Les panneaux de toiture de véranda sont classés A2 conformément au Guide ETAG 016.

### 2.2.2 Durabilité - Entretien

Les matériaux utilisés pour la fabrication des éléments de remplissage de toiture de véranda ne présentent pas d'incompatibilité.

L'adhérence âme-paroi et la stabilité dimensionnelle sont satisfaisantes.

Les chocs de conservation des performances de corps durs selon le Guide ETAG 016 provoquent des empreintes risquant d'endommager l'aspect de la toiture sans altérer le revêtement protecteur.

La durabilité des parois extérieures en tôles d'aluminium prélaquées est, avant rénovation, supérieure à une dizaine d'années.

## 2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des éléments de remplissage de toiture de véranda est effectuée par la société AV COMPOSITES dans son usine de SAINT REMY DE PROVENCE en FRANCE. Cette usine a mis en place des dispositions de fabrication et d'autocontrôles qui permettent de compter sur une constance de qualité suffisante.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et les modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli pour le Demandeur (DTED).

## 2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises spécialisées et doit s'accompagner de précautions (cf. § Cahier des Prescriptions Techniques).

## 2.25 Prescriptions Techniques

### 2.251 Conditions de conception

- La structure de la toiture de la véranda doit être dimensionnée pour limiter les flèches au 1/200<sup>ème</sup> sous charge normale de vent et de neige.
- Les éléments de remplissages de toiture de véranda ne sont pas conçus pour être accessibles aux personnels de mise en œuvre ou d'entretien et de maintenance.
- Les éléments de remplissages de toiture de véranda ne doivent être ni percés, ni découpés en partie courante, après la mise en œuvre.

### 2.252 Conditions de mise en œuvre

La conception de la mise en œuvre doit permettre la déformation des panneaux sans nuire à l'étanchéité à l'eau et sans provoquer de déformation irréversible.

Les panneaux dont les rives auraient été endommagées au cours des manutentions devront être mis au rebut.

La société AV COMPOSITES devra assurer son assistance sur le chantier auprès des entreprises de pose (à leur demande).

## 2.253 Conditions relatives à la maintenance et au nettoyage

Les éléments de remplissage ne sont pas conçus pour être circulables. Cependant, la toiture peut être accessible uniquement pour la mise en œuvre et l'entretien en mettant en place obligatoirement des mesures de sécurités appropriées. L'accessibilité à ces panneaux est limitée à une seule personne à la fois et à une fréquence de 1 fois par mois maximum.

La sécurité des intervenants doit être assurée dans les mêmes conditions que les panneaux de couvertures traditionnelles.

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation du procédé Gamme NOVATOIT, dans le domaine d'emploi accepté, est appréciée favorablement.

### Validité

Jusqu'au 30 juin 2019.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 2.1  
Le Président*

---

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

Il s'agit d'une nouvelle demande.

Le présent Avis vise les EdR posés sur une ossature de véranda, mais pas la couverture complète obtenue, en particulier le raccordement au gros-œuvre. Le présent avis ne couvre pas l'utilisation en verrière, en couverture de bâtiments industriels, d'habitations et tertiaires.

Pour les locaux non chauffés, il y a un risque de condensation côté intérieur notamment.

Le système est conçu principalement pour des toitures de véranda à un seul pan. Des géométries plus complexes (toitures victoriennes) nécessitent une étude au cas par cas.

L'exclusion des ERP du domaine d'emploi est lié à la publication de l'arrêté du 6 octobre 2004 modifiant le règlement de sécurité incendie dans les ERP.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé  
n° 2.1*

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe

#### 1.1 Système

Procédé d'Élément de Remplissage de couverture pour couvertures de véranda neuves ou existantes pour des bâtiments autres que ceux classés Etablissement Recevant du Public (ERP) en panneaux sandwich.

Panneaux sandwich constitués de deux parois minces assemblées par collage sur une âme isolante.

Par âme isolante, il est entendu isolation thermique et/ou acoustique. L'âme isolante peut être simple ou multicouche.

Les panneaux sont :

- soit maintenus sur 2 côtés longitudinaux, 3 ou 4 côtés sur profilés supports et profilés serreurs.
- soit autoportants, ils sont alors uniquement posés sur deux traverses haute et basse avec une jonction longitudinale entre eux assurant l'étanchéité.

#### 1.2 Identification

Le marquage est réalisé sur une étiquette apposée sur la palette de transport. Le marquage est précisé au §6.2.

### 2. Matériaux

#### 2.1 Parements extérieurs et intérieurs

- Aluminium
  - Tôles d'aluminium (ép. 0,7 à 1 mm), selon la norme NF EN 485-4 de qualité 3004 H46 ou 3005 H48 ou 3105 H48/H49 prélaquées en continu selon la norme NF EN 1396.
  - Masse volumique : 2800 Kg/m<sup>3</sup>
  - Tolérance épaisseur: ± 0,05 mm

#### 2.11 Parois extérieures

Recto (filmé "anti-UV") :

- Laque polyester ou polyamide en Blanc brillant ou mat ou satiné, Ardoise, Ivoire 1015, Roussillon, Brun 8004, Gris 7024
- NOTA : les teintes foncées en parement métalliques extérieurs ne sont utilisées qu'avec un contreparement acoustique.

- Finition: Plane

Verso :

- Primaire époxy
- Couleur: gris, marron, métal
- Finition: Plane

#### 2.12 Parois intérieures

Recto (filmé "anti-UV") :

- Laque polyester ou polyamide Blanc brillant ou mat ou satiné, Ivoire 1015

NOTA : les teintes foncées en parement métalliques extérieurs ne sont utilisées qu'avec un contreparement acoustique.

- Finition: Plane, grainé, stucco

Verso :

- Primaire époxy
- Couleur: gris, marron, métal
- Finition: Plane, stucco

#### 2.2 Paroi extérieure Membrane PVC

Certains panneaux désignés X...S présentent une paroi extérieure en polychlorure de vinyle plastifié (PVC) armée d'un voile de verre et sous-facée d'un non-tissé polyester.

Cette membrane extérieure sera collée sur une paroi constituée d'une tôle aluminium plane avec primaire époxy recto-verso. Origine Soprema ou Sika.

- Référence AV Composites: AVC S-MEM, AVC S.MEM
- Couleur membrane extérieure : Blanc, Ardoise, Brun
- Densité : 637,5 Kg/m<sup>3</sup>
- Épaisseur : 4mm
- Tolérance épaisseur : ± 0,5 mm

Les chants longitudinaux de la membrane (chants entre panneaux) doivent être protégés par une protection conforme aux évaluations des membranes.

#### 2.3 Ame isolante

##### 2.3.1 Âme en polystyrène extrudé(XPS)

Plaque de polystyrène extrudé de 6 à 162mm ayant ses deux faces principales rabotées et rainurées, tolérances sur l'épaisseur ± 0,5 mm, d'origine TOPOX, JACKON, FIBRAN ou DOW.

Référence AV Composites :

- AVC J-XPS Masse volumique : >30 Kg/m<sup>3</sup>
- AVC T-XPS Masse volumique : 35 Kg/m<sup>3</sup>
- AVC F1-XPS Masse volumique : > 32 Kg/m<sup>3</sup>
- AVC F2-XPS Masse volumique : > 32 Kg/m<sup>3</sup>

Autre référence :

- Styrofoam LB-X Masse volumique 33 Kg/m<sup>3</sup> / Acermi n°03/013/217

##### 2.3.2 Âme en polystyrène expansé élastifié ou non élastifié (EPSé)

Plaque de polystyrène expansé graphité et élastifié ou non de 14 à 100mm, tolérances sur l'épaisseur ± 0,5 mm, d'origine BPB PLACO, VALERO ou KNAUF.

Référence AV Composites :

- AVC B-EPS Masse volumique : 20 à 25 kg/m<sup>3</sup>
- AVC V-EPS Masse volumique : 20 kg/m<sup>3</sup>
- AVC K-EPS Masse volumique : 25 kg/m<sup>3</sup>

##### 2.3.3 Âme en Thermoplastique (PET)

Plaque de polyéthylène téréphtalate de 18 à 80 mm ayant ses deux faces principales rabotées et poncées, tolérances sur l'épaisseur ± 0,5 mm, d'origine ARMACELL.

Référence AV Composites :

- AVC A-PAC Masse volumique : de 60 à 80 Kg/m<sup>3</sup>
- AVC A-PGR Masse volumique : de 60 à 80 Kg/m<sup>3</sup>

#### 2.4 Contreparement

Contreparement acoustique et thermique chacun en épaisseur 3 mm :

- Mousse de polyéthylène réticulé d'origine Trocellen
  - Référence AV Composites : AVC T-MI
  - Masse volumique : 80 kg/m<sup>3</sup>.
- Granulats de caoutchouc agglomérés avec liant PU d'origine BSW.
  - Référence AV Composites : AVC B-ML
  - Masse volumique : 700 kg/m<sup>3</sup>
- Mousse de Thermoplastique d'origine Armacell
  - Référence AV Composites : AVC A-MPGR
  - Masse volumique de 100 à 150 Kg/m<sup>3</sup>;

#### 2.5 Colle

La colle utilisée est une colle polyuréthane bi-composant (Polyol + Isocyanate) d'origine SIKA ou STOCKMEIER

- Référence AV Composites Polyols : AVC S-POL, AVC ST-POL
- Référence AV Composites Isocyanate : AVC S-ISO, AVC ST-ISO
- Masse volumique : 1536 Kg/m<sup>3</sup>

## 2.6 Fixation et accessoires (cf. Figures 1 à 6)

### 2.61 Panneaux parclosés

Dans le cas des panneaux parclosés les panneaux sont maintenus par des profils serreurs adaptés en fonction de zone géographique et de l'épaisseur des panneaux à maintenir.

### 2.62 Panneaux autoportants

Dans le cas des panneaux autoportants, les fixations utilisées en partie haute et basse des panneaux sont des vis auto-perceuses. Il s'agit de vis en acier inoxydable de nuance A2, de diamètre minimal 4,8 mm (ou 6,3 mm pour les vis à bois), montées avec rondelle de diamètre minimum 18 mm avec étanchéité EPDM. La longueur des fixations est à adapter en fonction de l'épaisseur du panneau.

Pour ce type de panneaux le système de jonction longitudinal entre panneaux est :

- Pour les panneaux désignés par un préfixe « A », exemple AX52, une clé de jonction en PVC ayant un classement au feu M1 et d'un habillage de chant réversible profilé en PVC ayant un classement au feu M1 ;
- Pour les panneaux désignés par un suffixe « R16 », exemple X52 R16, une clef aluminium venant s'emboîter dans la rainure de l'isolant.

La société AV Composites propose une série d'accessoires de profilés aluminium (Blanc 9010, Roussillon, Ardoise 7016 ou 7024) :

- Profil mural inférieur
- Profil mural supérieur
- Profil serreur
- Rive latérale.

## 3. Eléments

Panneaux sandwich revêtus de films de protection pelables de 80µm.

Les éléments de remplissage de couverture pour véranda neuve ou existante sont découpés dans des panneaux fabriqués et commercialisés dans les dimensions suivantes :

- Épaisseur 16 à 168 mm ±1mm
- Longueur : 2500 à 7500 par pas de 250mm ±5mm
- Largeur : 1200 et 1500mm ±5mm

Les longueurs posées peuvent aller de 2000 à 7500 mm.

### Composition

Les panneaux de la gamme AV Composites sont les suivants :

X : panneau simple avec isolant en polystyrène extrudé,

XA : panneau simple en polystyrène extrudé avec contreparement acoustique en partie supérieure,

X..S : panneau simple en polystyrène extrudé avec revêtement extérieur en PVC,

XTA : panneau tri-couche en polystyrène extrudé avec couche de polystyrène expansé élastifié située au milieu du panneau,

XTA..S : panneau tri-couche en polystyrène extrudé avec couche de polystyrène expansé élastifié située au milieu du panneau et revêtement extérieur en PVC,

XTRA : panneau tri-couche en polystyrène extrudé avec contreparement acoustique située au milieu du panneau sandwich,

XAQA : panneau acoustique quadri-couche sur la même base que le XTA avec contreparement acoustique,

P : panneau simple avec isolant en thermoplastique,

### Nota :

Ces panneaux existent en version autoportant, exemple pour la configuration « X52 » la désignation devient « AX52 » dans le cas des panneaux avec clé de jonction PVC ou alors la désignation devient « X52 R16 » dans le cas des panneaux avec jonction par clé aluminium.

Pour les configurations XA, XTRA, et XAQA, le contreparement par défaut est la masse de granulats de caoutchouc agglomérés avec liant PU. Lorsque le contreparement est la mousse de polyéthylène la dénomination devient XA..+, XTRA..+, et XAQA..+

De même lorsque le contreparement est la mousse de thermoplastique la dénomination devient XP.., XTRP.., et XPQA..

## 4. Thermique

### Calcul du coefficient de transmission surfacique, U :

- Panneau de remplissage autoportant :

Le coefficient de transmission thermique surfacique  $U_p$  du panneau de remplissage opaque autoportant en partie courante est calculé suivant la formule ci-après :

$$U_p = U_c + \frac{\psi}{L} + n \cdot \chi$$

où,

$U_c$  = coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante. Dans le cas courant où le panneau de remplissage est composé d'un assemblage de couches homogène en partie courante, il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{0.14 + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i}}$$

$e_i$  = épaisseur de chaque composant.

$\lambda_i$  = conductivité thermique utile de chaque composant.

$\Psi$  = coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré dû aux clés de jonction entre panneaux, en W/(m.K), calculé conformément au Fascicule 4/5 des Règles Th-U

$\chi$  = coefficient de transmission thermique ponctuel des vis de fixation, en W/K, calculé conformément au Fascicule 4/5 des Règles Th-U.

L = Largeur du panneau, en m

n = Densité de fixation, en m<sup>-2</sup>.

- Autres cas :

Le coefficient de transmission thermique surfacique  $U_p$  du panneau de remplissage opaque est calculé suivant la formule ci-après :

$$U_p = U_c$$

où,

$U_c$  = coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante. Dans le cas courant où le panneau de remplissage est composé d'un assemblage de couches homogène en partie courante, il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{0.14 + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i}}$$

$e_i$  = épaisseur de chaque composant.

$\lambda_i$  = conductivité thermique utile de chaque composant.

Le coefficient de transmission surfacique de la véranda complète se calcule conformément au Fascicule 3/5 des Règles Th-U, en tenant compte des éléments de remplissage opaques et vitrés et de l'impact des profilés notamment.

## 5. Fabrication - Contrôles

### 5.1 Contrôles à réception des constituants

- Colle :
  - Étiquetage du produit (n° de lot) + date de péremption
  - État des emballages
  - Conditions de stockage
  - Vérification de la résistance au pelage sur élément collé
- Âme isolante et contre parement :
  - Étiquetage du produit (n° de lot)
  - État des emballages
  - Épaisseur
  - Masse volumique
- Parois métalliques:
  - Étiquetage du produit (n° de lot)
  - État des emballages
  - Épaisseur de laque
  - Épaisseur
  - Largeur
  - Masse

## 5.2 Préparation des éléments constitutifs

Découpage, rabotage et éventuel ponçage et rainurage des plaques d'isolants.

Mise en place de bobines aluminium sur les dérouleurs.

Contrôles du mélange de colle à chaque changement de lot par essais de traction perpendiculaire et/ou pelage sur échantillons.

## 5.3 Fabrication

Les Éléments de remplissage désignés sont fabriqués par la société AV Composites dans ses locaux situés à Saint-Rémy de Provence (13).

La fabrication s'effectue selon les mêmes principes que les Éléments de Remplissage (EdR) (cf. cahier du CSTB n°3076) selon les étapes suivantes :

- Découpe des parements à la longueur désirée
- Formage des bords longs des parements métalliques
- Découpe et équerrage des âmes isolantes
- Encollage avec une colle polyuréthane bi-composant réalisé dans un atelier à atmosphère contrôlée (température et hygrométrie) et qui comporte les opérations suivantes :
  - Encollage polyuréthane bi-composant d'une des faces à assembler des différents constituants. L'application de la colle polyuréthane bi-composant est exécutée par enduction automatique de cordons parallèles, après dépoussiérage préalable.
  - Affichage et positionnement des faces à assembler.
  - Mise sous presse pour la polymérisation de la colle
- Mise sur palette et emballage

## 5.4 Contrôle en cours de fabrication

L'autocontrôle exercé par le fabricant de panneaux de remplissage « AV Composites » est effectué conformément aux indications données dans les Cahiers du CSTB, Cahier n°3076 (Livraison 393 – Octobre 1998), Chapitre 4 "Organisation de l'autocontrôle de fabrication".

- Contrôle du rapport de mélange à chaque démarrage de la machine par prise aux pompes des composants A et B.
- Contrôle de la température de fabrication de chaque composant.
- Le poids de la colle déposé est vérifié au début de chaque nouvelle fabrication ou chaque jour. Le poids de la colle déposée est vérifié sur 1m<sup>2</sup> de papier Kraft.

## 5.5 Contrôle sur produit finis

- Contrôle systématique de l'aspect (planéité) et des dimensions.
- Contrôle semestriel par prélèvements aléatoires d'échantillons pour essais de flexion et pelage/traction perpendiculaire.

# 6. Conditionnement, marquage, conditionnement, transport

## 6.1 Conditionnement

Les revêtements visibles des parements sont recouverts d'un film PVC pelable de 80µm et servant de protection contre les rayures et pollutions au cours de la fabrication, du stockage et lors de la pose.

Les panneaux sont emballés en sortie de ligne de fabrication et après polymérisation totale de la colle.

L'emballage comprend :

- Une palette support en bois monobloc
- Une couche en polystyrène expansé par-dessus la palette (avant de poser le premier panneau)
- Une protection en polystyrène expansé sur le dernier panneau.
- Des cornières d'angle en carton

L'ensemble de la palette est enveloppé par un film plastique étirable puis cerclé par des feuillards, voir intégrant une coiffe.

## 6.2 Marquage

Le marquage est réalisé sur une étiquette apposée sur la palette de transport. Le marquage comprend :

- Nom du client
- N° de commande AV Composites
- N° de commande Client
- Référence commerciale du produit avec coloris des parements
- Nombre de panneaux et dimensions
- Ville de destination.

## 6.3 Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des conditions qui préservent l'intégralité de leurs caractéristiques. Les colis doivent être calés, soigneusement gérés et protégés.

## 6.4 Transport

Dans le cas d'un stockage en extérieur la palette filmée doit être inclinée pour faciliter l'écoulement de l'eau. Les panneaux déballés doivent être stockés à plat sur leur palette de transport dans un local couvert, aéré et ils doivent être bâchés dans le cas d'un stockage extérieur.

# 7. Mise en œuvre

## 7.1 Commercialisation

La société AV Composites ne pose pas elle-même ses panneaux.

Elle assure sur demande une assistance technique à la pose. La conception de la véranda est réalisée par le Maître d'œuvre ou l'entreprise de pose.

## 7.2 Mise en œuvre

La découpe des panneaux doit être réalisée avec des lames pour découper les produits aluminium avec un angle des dents de coupe négatif. Si possible la mise en œuvre doit exclure toute circulation sur les panneaux. Cependant lors de la mise en place des étanchéités, de la fixation du solin ou des vis des capots serreurs il sera nécessaire de mettre en place les protections nécessaires aux panneaux.

### 7.2.1 Dimensionnement

La détermination des charges limites admissibles par les panneaux s'effectue suivant le principe des états limites avec pour référentiels :

- L'Eurocode vent NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale
- L'Eurocode neige NF EN 1991-1-3 et son annexe nationale et amendement
- Les charges de calcul sont :
  - des charges ELS (Etat Limite de Service) pour la vérification du critère de flèche. Les charges limites données dans les tableaux 3 et 4 sont les valeurs obtenues par essais pour une flèche limitée à L/200 ;

des charges ELU (Etat Limite Ultime) pour la vérification du critère de contrainte. Les charges limites données dans les tableaux 3 et 4 sont les valeurs obtenues par essais pour la ruine des panneaux avec un coefficient matériau  $\gamma_m = 1,25$  (coefficient matériau défini dans l'Annexe Nationale de la norme NF EN 14509 pour du polystyrène).

Le poids propre du panneau n'est pas à prendre en compte dans la charge définie dans les tableaux de charge.

### 7.2.2 Dispositions relatives à l'ossature

Dans le cas où les panneaux seraient maintenus sur leurs 2 grands côtés, ou 3 ou 4 côtés, sur des profils serreurs, la pente minimale nominale est de 5° (8,7%) par rapport à l'horizontale et la pente effective ne doit pas être inférieure à 3° (soit 5.2%).

Cependant s'il existe une surépaisseur continue de plus de 2 mm transversalement par rapport à la surface extérieure du remplissage de la toiture et donc vis-à-vis de l'écoulement de l'eau, la pente minimale sera conforme au tableau ci-dessous.

Sur épaisseur	≤ 2mm	≤ 3mm	≤ 4mm	≤ 5mm	≤ 6mm
Pente minimale nominale	5°	8°	10°	12°	15°
Pente minimale effective	3°	6°	8°	10°	13°

Dans le cas de panneaux autoportants, la pente minimale est de 10% par rapport à l'horizontale.

L'ossature est réalisée en profilé aluminium ou en bois. Elle est calculée afin de limiter les flèches sous charges normales (poids vent, neige) à moins de 1/200ème. La conception doit respecter l'ensemble des règles en vigueur.

Le débord en toiture non affleurant est limité à 100 mm.

### 7.2.3 Pose en appui sur 2, 3 ou 4 côtes avec profilés serreurs

Les panneaux sont éventuellement recoupés en largeur et/ou en longueur pour les vérandas.

- Modalités de découpe des panneaux :
  - Scie circulaire à denture fine
  - Panneaux non rectangulaires : Pour les panneaux triangulaires, de type toiture victorienne, l'angle en tête doit être supérieur à 15°.
- Pose
  - Les panneaux sont posés en avançant sur une structure constituée de montants et traverses avec les caractéristiques suivantes :
    - Flèche de l'ossature < 1/200ème sous charges normales ;
    - Montants et traverses aluminium drainant et étanches aux inter-sections ;

- Appui sur joint caoutchouc ou EPDM conformes aux normes NF EN 12365 ;
- Largeur de feuillure : 20 mm minimum ;
- Calage par cales imputrescibles de hauteur adaptée aux panneaux et aux profilés serreurs ;
- En cas de montants et traverses reposant sur une ossature en acier, bois ou aluminium, toutes les fixations doivent être étanchées de façon durable ;
- Profilés serreurs en aluminium ou acier inoxydable maintenus par vis non corrodables et étanchées, adaptées aux profilés et dont la résistance en traction et la densité permettent de reprendre en charge utile 250 daN/ml, lié à l'effet bilame, dilatation, vent, ..., soit une vis tous les 40cm de résistance utile 100 daN ;
- Une distance de 10mm doit être réservée en fond de feuillure entre l'extrémité du panneau et le profilé support mural;
- Le profil serreur devra maintenir le panneau sans le bloquer;
- Les cornières d'habillage en sablière sont avec des bords chanfreinés et doivent comporter une goutte d'eau, elles sont fixées sur le panneau avec interposition d'un mastic d'étanchéité.

## 7.24 Pose sur 2 appuis - Panneaux autoportants

Les panneaux sont éventuellement recoupés en largeur et/ou en longueur pour les vérandas.

- Modalités de découpe des panneaux :
  - Scie circulaire à denture fine ;
  - Panneaux non rectangulaires : Pour les panneaux triangulaires, de type toiture victorienne, l'angle en tête doit être supérieur à 15°.
- Calcul des portées admissibles à partir des :
  - Pressions et dépressions sous vent normal du site (DTU règles NV) ;
  - Charges de neige (DTU règles NV) ;
  - Du poids propre des panneaux ;
  - Des efforts sous gradient thermique.
- Pose
  - Les panneaux sont vissés sur les profilés supports par 4 vis inox, traversantes montées avec rondelle de diamètre minimum 18 mm avec étanchéité EPDM, par appui, espacées de 300 mm.  
Le perçage est à réaliser avec un diamètre supérieur de 4 mm au diamètre de la vis pour permettre le mouvement du panneau.
  - Le serrage des vis doit être limité pour ne pas poinçonner les panneaux. Ce serrage est limité par un couple ou par une butée mécanique.
  - Dans le cas des panneaux à membranes PVC extérieures, les chants longitudinaux de la membrane (chants entre panneaux) doivent être protégés par une protection conforme aux évaluations des membranes.

La pose des panneaux nécessite 2 personnes pour ajuster correctement les vis (un pré-perçage est en général nécessaire).

Les schémas relatifs aux points singuliers ne sont qu'indicatifs, la conception de l'ouvrage devant être réalisée par ailleurs au cas par cas.

En partie haute, une distance minimum de 10 mm doit être respectée entre l'extrémité du panneau et le profilé support pour ne pas bloquer mécaniquement le panneau lorsqu'il sera soumis à une dilatation.

Les panneaux sont vissés sur les profilés supports par 4 vis inox, traversantes montées avec rondelle de diamètre minimum 18 mm avec étanchéité EPDM, par appui, espacées de 300 mm. Le perçage est à réaliser avec un diamètre supérieur de 4 mm au diamètre de la vis pour permettre le mouvement du panneau. Le serrage des vis doit être limité pour ne pas poinçonner les panneaux.

## 8. Entretien et maintenance

L'entretien courant (lavage par exemple) et éventuellement la réfection lorsque la paroi le nécessite et s'y prête, est précisée dans le cahier CSTB n°3076.

Ce document donne également, en ce qui concerne les parois extérieures en tôles métalliques, une estimation du délai avant-première réfection en fonction du type de revêtement pré laqué et de l'atmosphère d'exposition ainsi d'ailleurs que les atmosphères déconseillées.

Lorsque l'environnement direct de la véranda ne comporte pas d'éléments agressifs (par exemple zone urbaine), il conviendra de nettoyer la surface de la toiture recevant les eaux de pluie, une fois par an.

Le nettoyage se fera à l'aide d'une éponge, d'eau claire mélangée à un agent nettoyant doux (non alcalin), puis la surface nettoyée sera soigneusement rincée à l'eau claire (sans pression) et essuyée à l'aide d'un chiffon doux absorbant.

L'usage de produits agressifs, tels que détergents ménagers ou produits fortement basiques ou acides est interdit. L'emploi de tampons abrasifs est interdit. En partie intérieure de la toiture, il convient de ne pas pulvériser de produits chimiques pouvant migrer au travers du laquage et/ou altérer sa tenue.

L'entretien ou le nettoyage doivent exclure toute circulation directement sur les panneaux. Les toitures sont accessibles uniquement pour la mise en œuvre et l'entretien, classement A2 suivant le guide EOTA 016. Les panneaux ne sont pas conçus pour être circulables. Par sécurité, on limitera l'accès à une personne à la fois. Pour ne pas endommager le panneau, il faut poser une protection comme une plaque d'isolant à l'endroit de la marche.

## B. Résultats expérimentaux

### Essais mécaniques

- Essai de flexion sur des panneaux suivant le Guide EOTA 016, annexe C1 :
  - Rapport CSTB – n° EEM 07 26010464 – panneaux XTA85 ;
  - Rapport CSTB – n° EEM 06 26004640 – panneaux AXA et AXTA épaisseur 55mm, 58 mm et 105 mm ;
  - Rapport CSTB – n° EEM 15 26052918 – panneaux X32 et X82, XTA58 et P24 (parclose), AXA105 (autoportant).
- Essai de résistance aux chocs de corps mou et de corps dur suivant le Guide EOTA 016, partie 2, §2.2 et les annexes C4 et C10 pour une classe d'utilisation A2
  - Rapport CSTB – n°CLC08-26004296
  - Rapport CSTB – n°CLC07-26004296
  - Essai de fluage sur des panneaux suivant le Guide EOTA 016, annexe C6

### Essais durabilité

- Essai de résistance en traction avant et après vieillissement sur des éprouvettes de panneaux suivant Guide EOTA 016, annexe C7
  - Rapport CSTB – n° CLC 15-2605615/A-1 - Panneaux P52 ;
  - Rapport CSTB – n° CLC 15-2605615/B-1 - Panneaux XQA98 ;
  - Rapport CSTB – n° CLC 15-2605615/C-1 - Panneaux XA105+.
  - Essai de résistance en traction avant et après vieillissement sur des éprouvettes de panneaux suivant Guide EOTA 016, annexe C7
- Essai d'ensoleillement et chocs thermiques (15 cycles) et essais de résistance du plan de collage à la traction perpendiculaire avant et après vieillissement résistance en traction avant et après vieillissement
  - Rapport CSTB – n° BV16-0118 A et B – Panneaux P20 et P52 ;
  - Rapport CSTB – n° BV16-0119 A et B – Panneaux XTA58 et XTA98S.
- Essai d'insolation et chocs thermiques sur les panneaux suivant le Guide EOTA 016, annexe C9
  - Rapport CSTB – n° EEM 06 26004631 (1/2) - Panneaux AXTA épaisseur 58 mm
  - Rapport CSTB – n° EEM 06 26004631 (2/2) - Panneaux AXA épaisseur 55 mm
  - Rapport CSTB – n° EEM 06 26009678 - Panneaux AXTA épaisseur 58 mm
- Essai d'insolation et chocs thermiques sur les panneaux suivant le Guide EOTA 016, annexe C9
- Essai d'étanchéité à l'eau sur un système de panneaux composites :
  - Rapport CSTB n° CLC08-26004912 (clé de jonction PVC)
  - Rapport CSTB n° CLC 15-26055857 (clé de jonction aluminium)

### Etude thermique

- Calcul thermique pour panneaux sandwich – DER/HTO 2007-053-BB/LS (n° affaire : 06-054)

## Essais feu

- Classement de réaction au feu réalisé au Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) Les procès-verbaux sont les suivants:
  - P107497 - DE9 (FOAM - FOAM MAX)
  - P107497 - DE10 (ACOUSTIC FOAM - ACOUSTIC FOAM MAX)
  - P107497 - DE11 (PHONIC TRI-COUCHE)
  - P107497 - DE12 (ACOUSTIC FOAM - ACOUSTIC FOAM MAX)
  - P107497 - DE17 (FOAM SILENCE)
  - P107497 - DE18 (PHONIC SILENCE TRI-COUCHE)
  - P10497 – DE/20 (PANNEAUX P/VP)
- Avis de Laboratoire du CSTB N°15-160

## C. Références

### C.1 Données environnementales et Sanitaires<sup>1</sup>

Les produits « **Gamme NOVATOIT** » ne font pas objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut 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 visés sont susceptibles d'être intégrés.

### C.2 Autres références

L'ensemble des réalisations relatives aux produits porte à ce jour sur plusieurs milliers de m<sup>2</sup> depuis 2005.

---

<sup>1</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.



## Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques des panneaux parcolés

Dénomination commerciale	Composition		Épaisseur totale en mm (± 0,5)	Masse surfacique maxi (kg / m <sup>2</sup> )	U maxi du panneau (W / K.m <sup>2</sup> )	Dimensions standards <sup>(1)</sup> en mm (± 5mm)
	Matériaux	Épaisseurs en mm				
X16			16	6.37	1.558	7500
X27			27	6.73	0.966	
X32	Aluminium	0.7 à 1	32	6.90	0.824	
X52	XPS	14/25/30/50/81/100/162	52	7.56	0.519	
X82	Aluminium	0.7 à 1	82	8.58	0.329	
X102			102	9.21	0.269	
X164			164	11.25	0.169	
XA32 <sup>(2)</sup>			32	9.05	0.846	7500
XA55 <sup>(2)</sup>	Aluminium	0.7 à 1	55	9.81	0.499	
XA60 <sup>(2)</sup>	Contreparement	3	60	9.98	0.458	
XA66 <sup>(2)</sup>	XPS	27 / 50 / 55 / 60 / 81 / 100	66	10.14	0.417	
XA85 <sup>(2)</sup>	Aluminium	0.7 à 1	85	10.83	0.321	
XA105 <sup>(2)</sup>			105	11.46	0.264	
X32S	Membrane PVC	4	32	9.50	0.829	7500
X55S	Aluminium	0.7 à 1	55	10.26	0.493	
X66S	XPS	27 / 50 / 60 / 81 / 162	66	10.59	0.419	
X85S	Aluminium	0.7 à 1	85	11.28	0.319	
X168S			168	13.96	0.166	
XTA58	Aluminium	0.7 à 1				7500
XTA65	XPS	14 / 14 / 14	58	7.71	0.491	
XTA65	EPSé	28.5	65	7.91	0.445	
XTA95	XPS	14 / 20 / 50	95	8.90	0.301	
	Aluminium	0.7 à 1				
XTRA32	Aluminium	0.7 à 1				7500
	XPS	14				
	Contreparement	3	32	7.39	0.822	
	XPS	14				
	Aluminium	0.7 à 1				
XTA61S	Membrane PVC	4	61	10.26	0.468	7500
XTA68S	Aluminium	0.7 à 1	68	10.46	0.426	
XTA82S	XPS	14 / 14 / 22 / 30 / 14	82	10.89	0.355	
XTA95S	EPSé	28.5	95	11.31	0.305	
XTA98S	XPS	14 / 20 / 27 / 30 / 50	98	11.45	0.239	
	Aluminium	0.7 à 1				
XAQA61 <sup>(2)</sup>	Aluminium	0.7 à 1				7500
	Contreparement	3				
XAQA98 <sup>(2)</sup>	XPS	14 / 14	61	9.96	0.474	
	EPSé	28.5	98	11.15	0.294	
	XPS	14 / 50				
	Aluminium	0.7 à 1				
P20			20	7.39	1.274	7500
P24	Aluminium	0.7 à 1	24	7.67	1.078	
P28	TEP	18.5 / 22 / 26 / 30 / 50	28	7.99	0.934	
P32	Aluminium	0.7 à 1	32	8.31	0.824	
P52			52	9.91	0.519	

(1) : Dimensions standard de fabrication: 1200x7500mm. La société AV Composites fabrique pour toutes autres dimensions sur demande dans la limite de 7.5m

(2) : Dénomination avec contreparement en granulats de caoutchouc agglomérés avec liant PU.

Lorsque le contreparement est la mousse de polyéthylène la dénomination devient XA..+, exemple pour XA55 la dénomination devient alors XA55+

De même lorsque le contreparement est la mousse de thermoplastique la dénomination devient XP, exemple pour XA55 la dénomination devient XP55.

**Tableau 1 bis – Caractéristiques des panneaux autoportants**

Dénomination commerciale	Composition		Épaisseur totale en mm (± 0,5)	Masse surfacique maxi (kg / m <sup>2</sup> )	U maxi du panneau (W / K.m <sup>2</sup> )	Type de jonction	Dimensions standards <sup>(1)</sup> en mm (± 5mm)
	Matériaux	Épaisseurs en mm					
AX52			52	7.56	0.519	PVC	4500
X52 R16	Aluminium	0.7 à 1	52	7.56	0.519	Aluminium	4500
X82 R16	XPS	50/81/100/162	82	8.58	0.329	Aluminium	5000
X102 R16	Aluminium	0.7 à 1	102	9.21	0.269	Aluminium	5500
X164 R16			164	11.25	0.169	Aluminium	6000
AXA55 <sup>(2)</sup>			55	9.81	0.499	PVC	4500
XA55 R16 <sup>(2)</sup>	Aluminium	0.7 à 1	55	9.81	0.499	Aluminium	4500
XA60 R16 <sup>(2)</sup>	Contreparement	3	60	9.98	0.458	Aluminium	4500
XA66 R16 <sup>(2)</sup>	XPS	50 / 55 / 60 / 81 / 100	66	10.14	0.417	Aluminium	4750
XA85 R16 <sup>(2)</sup>	Aluminium	0.7 à 1	85	10.83	0.321	Aluminium	5000
XA105 R16 <sup>(2)</sup>			105	11.46	0.264	Aluminium	5500
AX55S	Membrane PVC	4	55	10.26	0.493	PVC	4500
X55S R16	Aluminium	0.7 à 1	55	10.26	0.493	Aluminium	4500
X66S R16	XPS	50 / 60 / 81 / 162	66	10.59	0.419	Aluminium	4750
X85S R16	Aluminium	0.7 à 1	85	11.28	0.319	Aluminium	5000
X168S R16			168	13.96	0.166	Aluminium	6000
AXTA58	Aluminium	0.7 à 1					
	XPS	14 / 14				PVC	
	EPSé	28.5	58	7.71	0.491	Aluminium	4500
XTA95 R16	XPS	14 / 50	95	8.90	0.301		5000
	Aluminium	0.7 à 1					
AXTA61S	Membrane PVC	4					
	Aluminium	0.7 à 1				PVC	
	XPS	14 /14	61	10.26	0.468	Aluminium	4500
XTA98S R16	EPSé	28.5	98	11.45	0.239		4750
	XPS	14 / 50					
	Aluminium	0.7 à 1					
AXAQA61 <sup>(2)</sup>	Aluminium	0.7 à 1					
	Contreparement	3				PVC	
	XPS	14 / 14	61	9.96	0.474	Aluminium	4500
XAQA98R16 <sup>(2)</sup>	EPSé	28.5	98	11.15	0.294		4750
	XPS	14 / 50					
	Aluminium	0.7 à 1					
AP52	Aluminium	0.7 à 1	52	9.91	0.519	PVC	4500
P52 R16	TEP	50	52	9.91	0.519	Aluminium	4500
	Aluminium	0.7 à 1					

(1) : Dimensions standards de fabrication: 1200x7500mm. La société AV Composites fabrique pour toutes autres dimensions sur demande dans la limite de 7.5m

(2) : Dénomination avec contreparement en granulats de caoutchouc agglomérés avec liant PU.

Lorsque le contreparement est la mousse de polyéthylène la dénomination devient AXA..+ ou XA..R16 + exemple pour AXA55 ou XA55 R16 la dénomination devient alors AXA55+ ou XA55 R16+.

De même lorsque le contreparement est la mousse de thermoplastique la dénomination devient AXP ou XP..R16, exemple pour AXA55 ou XA55 R16 la dénomination devient AXP55 ou XP55 R16.

**Tableau 2 – Coefficient  $U_c$  et ponts thermiques intégrés pour les panneaux autoportants**

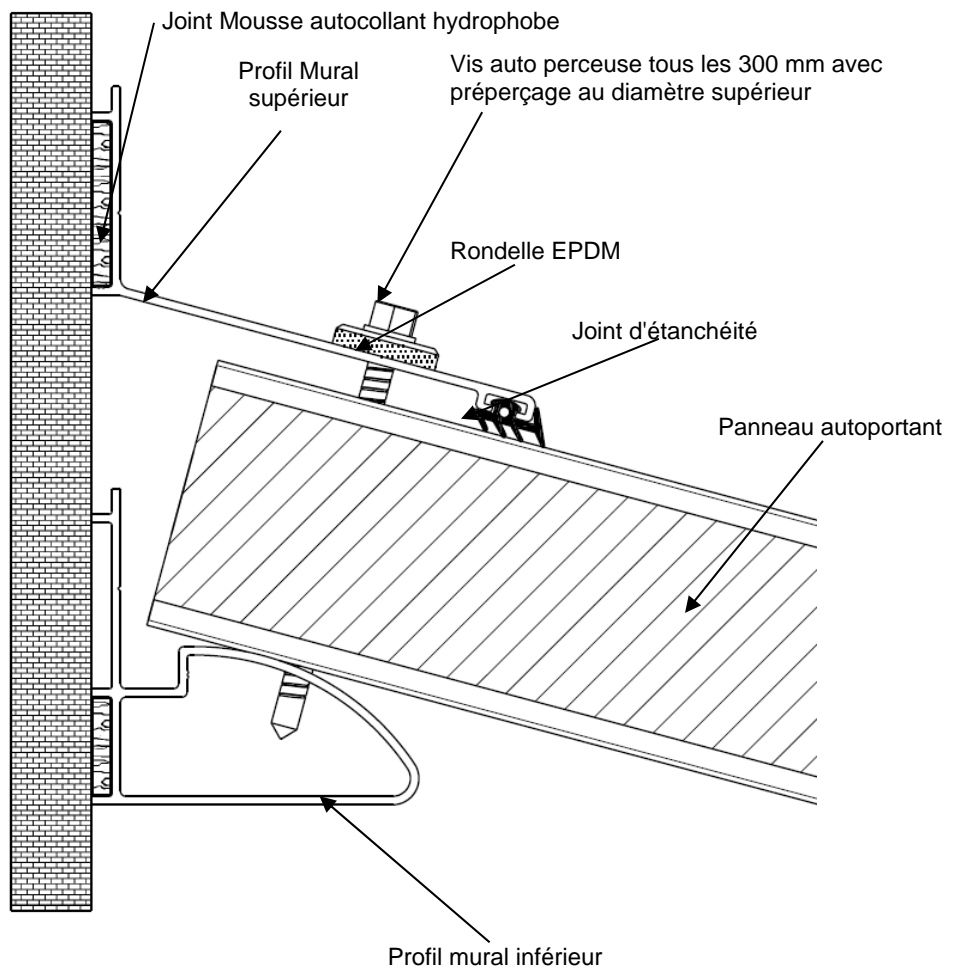
Panneaux	Epaisseur	Coefficient $U_c$ W/(m <sup>2</sup> .K)	Coefficient $\psi$ W/(m.K)
AXA 55	55 mm	0,533	0,016
XA 32	32 mm	1,231	-
XTA 58	58 mm	0,666	0,025
XTRA 32	32 mm	1,195	-

**Tableau 3 – Tableau de charges aux états limites – panneaux parclosés**

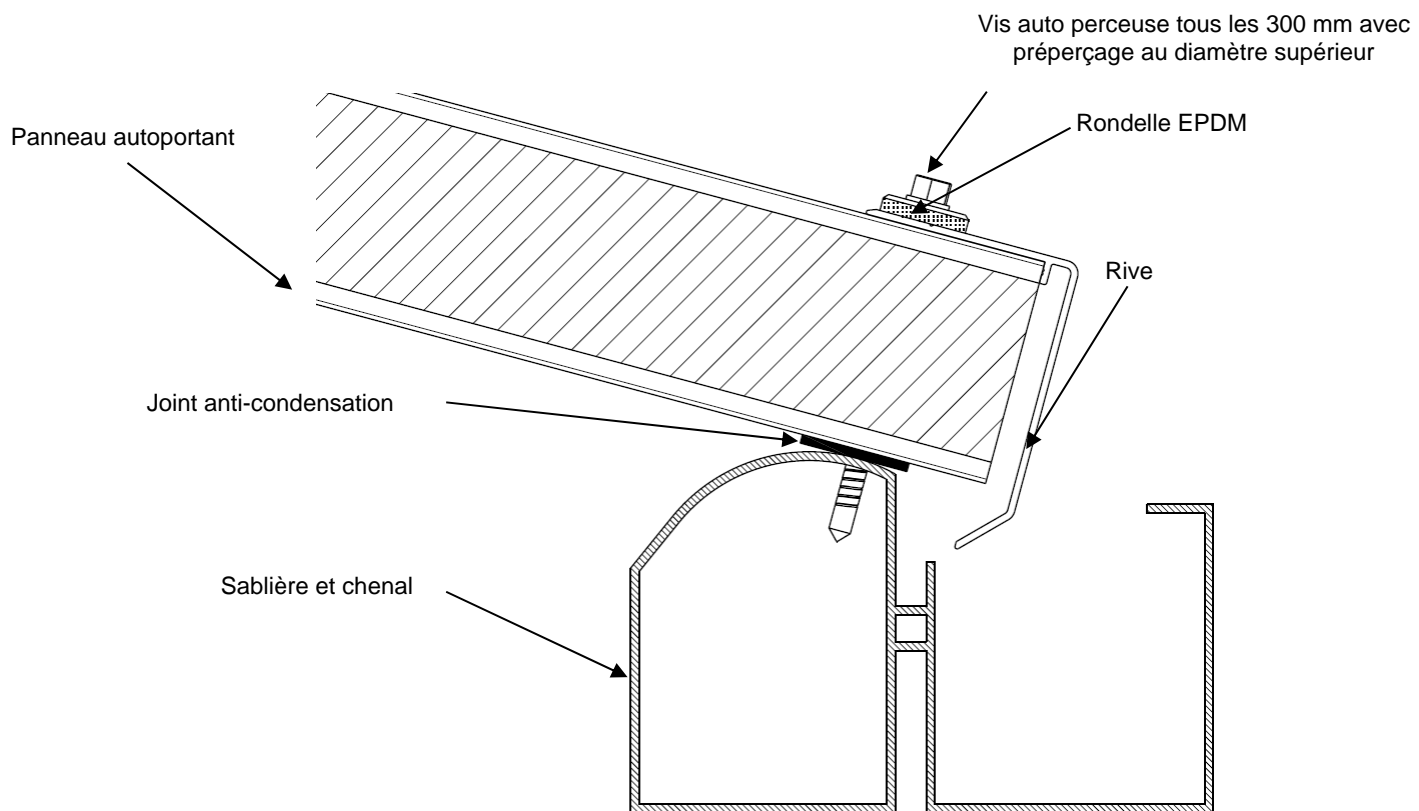
Panneaux	Epaisseur mm	Charges aux états limites (largeur de panneaux 1 200 mm)	
		Charges limites ELS (Etat Limite de Service) (daN/m <sup>2</sup> )	Charges limites ELU (Etat Limite Ultime) (daN/m <sup>2</sup> )
X	16-27	135	740
	32-52	282	1137
	82-164	692	1994
XTA	58-95	237	543
P	24-52	238	753

**Tableau 4 – Tableau de charges aux états limites – panneaux autoportants**

Panneaux	Epaisseur mm	Longueurs m	Charges aux états limites (largeur de panneaux 1 200 mm)	
			Charges limites ELS (Etat Limite de Service) (daN/m <sup>2</sup> )	Charges limites ELU (Etat Limite Ultime) (daN/m <sup>2</sup> )
AXA	55 - 85	3,00	105	220
		4,00	54	135
		5,00	27	84
AXTA	58 - 61	2,00	260	402
		5,50	58	95
		3	74	192
AXTA	58 - 61	3,75	48	129
		4,5	31	74
		85 - 98	5	52



*Figure 1 – Montage autoportant en faitière*



*Figure 1bis – Montage autoportant en sablière*

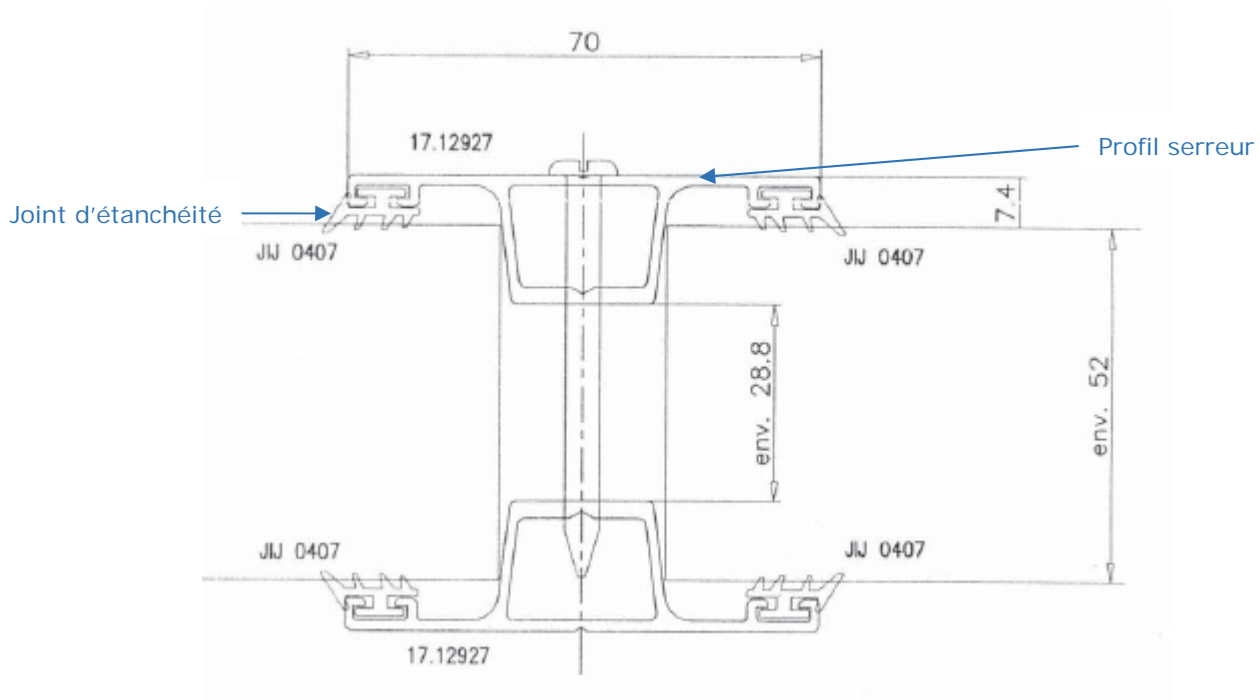


Figure 2 – exemple de profil serreur

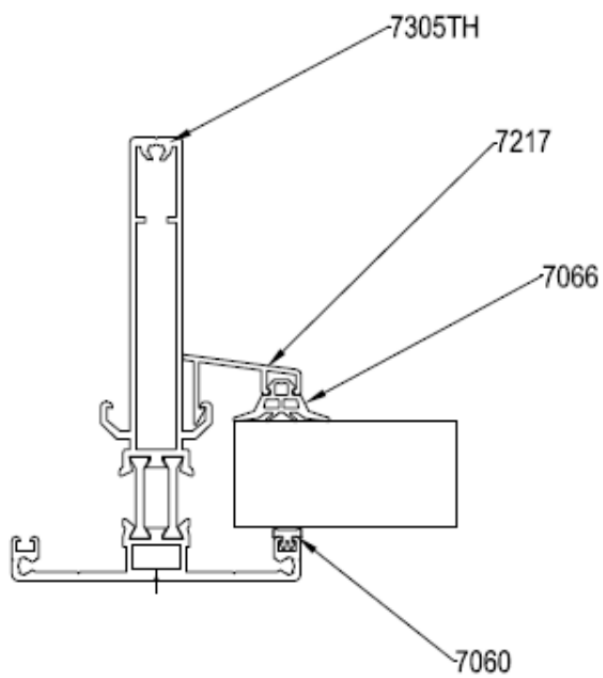


Figure 3 – exemple de profil serreur

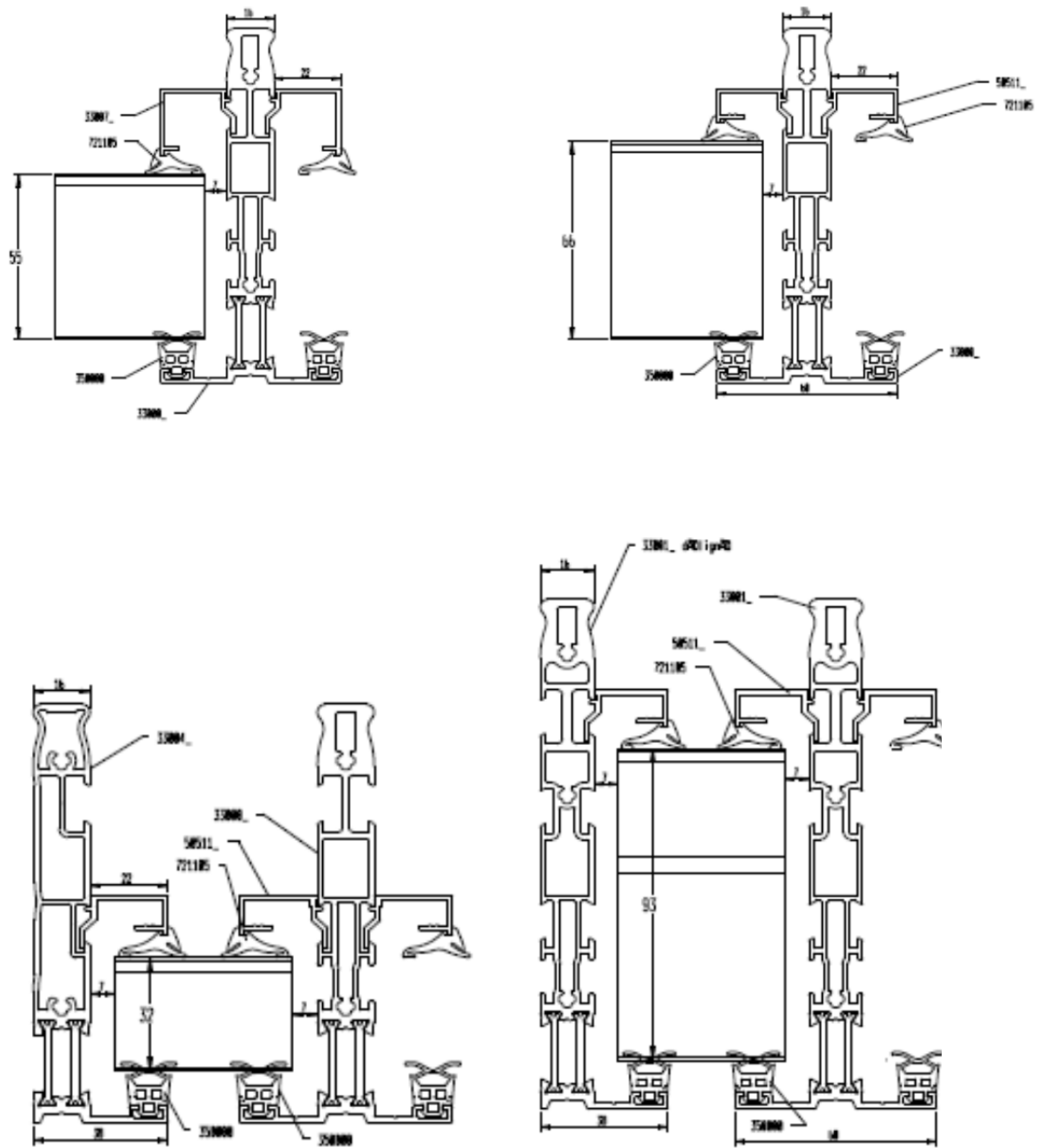


Figure 3 bis – Exemple de mise en œuvre

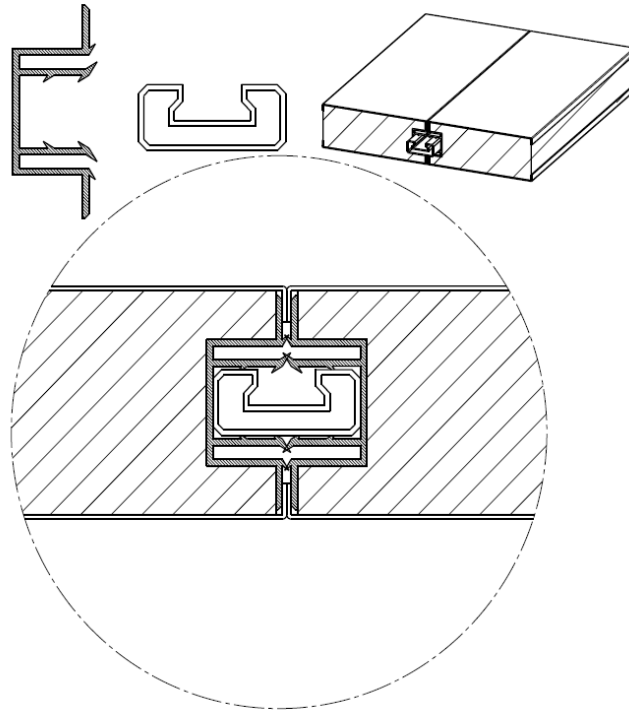


Figure 4 – Jonction des panneaux autoportants clé PVC

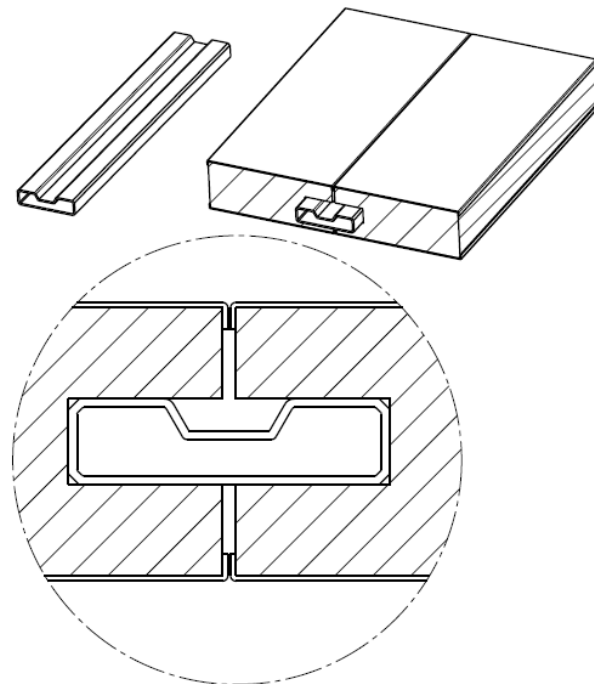
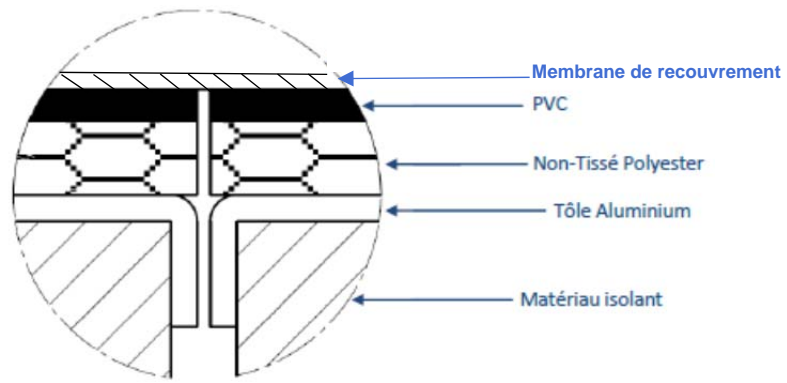


Figure 5 – Jonction des panneaux autoportants clé aluminium





*Figure 6 – Panneaux autoportant avec membrane PVC extérieure*