

# Avis Technique 6/14-2177

Annule et remplace l'Avis Technique 6/11-1940

*Vitrages extérieurs  
attachés  
(VEA)  
Glazing  
Verglasung*

*Vitrage isolant V.E.A.*

## Vim Panoramic

**Titulaire :** Société Macocco  
81 rue I. et F. Joliot-Curie  
FR-93170 Bagnolet  
Tél. : 01 49 20 37 00  
Fax : 01 49 20 37 75  
E-mail : commercial@macocco.com  
Internet : www.Macocco.com

Le présent Avis Technique est indissociablement lié pour ce qui concerne les conditions de mise en œuvre :

- soit à un Avis Technique du Groupe Spécialisé n° 2,
- soit à une ATEx, prenant en compte les spécificités définies dans le présent Avis Technique.

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 21 mars 2012)

**Groupe Spécialisé n° 6**

Composants de baie et vitrages

Vu pour enregistrement le 24 juillet 2014

**Le Groupe Spécialisé n° 6 « Composants de baie et vitrages » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné le 10 avril 2014, le système de vitrages VIM PANORAMIC présenté par la Société MACOCCO. Il a formulé sur ce système, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 6/11-1940 et il est délivré pour une utilisation en France Européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Les vitrages VIM PANORAMIC sont des vitrages isolants avec composants verriers simples (monolithiques ou feuilletés), généralement carrés ou rectangulaires. Ils comportent généralement 4 fixations traversantes (à proximité des angles) ou 6 fixations traversantes (4 à proximité des angles et 2 complémentaires situées sur les grands côtés).

Ils peuvent être remplis de gaz argon et/ou comporter une face sérigraphiée (position 1, 2, 3 ou 4) éventuellement en contact avec le PVB dans le cas de composant feuilleté et hors zone d'interface avec le système de scellement.

Ces fixations métalliques sont destinées à permettre la mise en œuvre sur une structure porteuse verticale ou inclinée.

#### Cas de 4 fixations traversantes

Le nombre de fixations traversantes est de quatre (situées au voisinage des angles) dans le cas de plots « SFI » ou des plots « R ».

Les vitrages peuvent comporter également 1 fixation traversante et 2 bords libres maintenus en feuillure, ou bien 2 fixations traversantes et 1 bord pris en feuillure suivant l'annexe 1 paragraphe A2 du Cahier du CSTB 3574\_V2.

Dans le cas de vitrages VIM PANORAMIC de forme triangulaire ou trapézoïdale comportant 3 ou 4 fixations traversantes situées à proximité des angles, ils seront selon le cas soit assimilés à un rectangle, soit ils feront l'objet des vérifications expérimentales spécifiques.

#### Cas de 6 fixations traversantes

Dans le cas de 6 fixations traversantes les vitrages sont de forme rectangulaire ou trapézoïdale selon les modalités précisées dans le cahier des prescriptions techniques et dans le dossier technique.

Ils peuvent également être en forme de losange ou de triangle selon les dispositions précisées au paragraphe 2.3 du cahier des prescriptions techniques et dans le dossier technique.

Les composants verriers ont des épaisseurs de 10 mm sauf dans le cas de vitrages feuilletés où l'un des constituants peut être de 8 mm (cas de 6 fixations traversantes).

Dans ce cas (6 fixations traversantes) les vitrages sont systématiquement réalisés avec des plots « R ».

Des dispositions complémentaires sont précisées dans le cahier des prescriptions techniques, à savoir les cas correspondant à des prises en feuillure d'un petit côté (quatre fixations traversantes, d'un grand côté (trois fixations traversantes, ou de deux côtés adjacents (deux fixations traversantes).

### 1.2 Identification

Les vitrages composants verriers des vitrages VIM PANORAMIC sont trempés et traités HST et comportent systématiquement un marquage type "SERISTAL EN 14179-CEKALxxx" où xxx est le numéro de centre CEKAL.

Les profilés espaceurs des vitrages isolants portent la marque VIM PANORAMIC complété par un marquage répondant au règlement de la certification CEKAL.

Les vitrages monolithiques ou feuilletés (composants de vitrages isolants) sont fabriqués dans l'usine de Nangis ou de Saint Germer de Fly.

Les vitrages isolants sont fabriqués dans l'usine de Nangis.

Le marquage, mis en œuvre sur les fixations traversantes au niveau de l'écrou de serrage sur le vitrage, indique MACOCCO suivi de 4 chiffres correspondant à un numéro séquentiel de commande.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Il est identique au domaine proposé et limité aux ouvrages dont les systèmes de façades ou de verrières dans lesquels les vitrages VIM PANORAMIC mis en œuvre font l'objet d'un Avis Technique ou d'une Appréciation d'Expérimentation à caractère favorable, et pour lesquels il a été vérifié :

- le dimensionnement des produits verriers sous charges climatiques et poids propre le cas échéant, selon les modalités précisées dans le Dossier Technique.

- que la valeur maximale de l'effort sur le joint de scellement, sous les effets de variation de la pression dans la lame d'air (variation d'altitude et échauffement dû au rayonnement solaire) est admissible et que les contraintes dans les produits verriers sont également admissibles.

### 2.2 Appréciation sur le système

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

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

L'utilisation des vitrages VIM PANORAMIC ne fait pas l'objet d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit (ou 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 et sanitaires

Il n'existe pas de FDES pour ce produit (procédé). Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé).

##### Déformations sous charges climatiques et poids propre des vitrages (état limite de service)

L'adéquation de limitation de déformations sous charges à l'état limite de service, au regard des exigences applicables, est vérifiée par application des règles de dimensionnement données dans le Cahier des Prescriptions Techniques et précisées dans le Dossier Technique.

Ainsi à l'état limite de service et sous les pondérations de charges définies dans le Cahier du CSTB 3574\_V2 « Vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique » les déformations maximales sont limitées à 1/150 de la distance entre deux fixations consécutives correspondant au bord le plus déformé (vitrages isolants).

Par ailleurs, le déplacement d'un point quelconque du vitrage par rapport aux attaches, ne doit pas dépasser 5 cm sous ces mêmes pondérations de charges.

##### Sécurité sous charges climatiques et poids propres des vitrages (état limite ultime)

Elle est vérifiée par application des règles de dimensionnement données dans le Cahier des Prescriptions Techniques et précisées dans le Dossier Technique.

Ainsi, à l'état limite ultime et sous les pondérations de charges correspondantes définies dans le Cahier du CSTB 3574\_V2 (tableaux 9 et 10), les contraintes en partie courante des vitrages ne doivent pas dépasser, à l'état ultime, les valeurs définies dans le tableau suivant.

Contraintes maximales de calcul en MPa avec charges à pondérer. (non applicables au niveau des appuis)				
Combinaisons	Effet de G	Effet de G, S, S <sub>ad</sub> et W	Effet de G et W	Effet de W
Trempé	50	50	60	65
Trempé émaillé	25	25	30	40
avec : G = poids propre S = charge de neige W = charge de vent S <sub>ad</sub> = neige exceptionnelle				

Par ailleurs, les vitrages VIM PANORAMIC comportant six fixations traversantes seront tels que les rayons de courbure à l'état ultime sur appui intermédiaire ne soient pas inférieures aux valeurs suivantes (cas de vitrage avec trous fraisés de 10 mm d'épaisseur).

Epaisseur	Rayon de courbure minimal à l'état limite ultime sur appui intermédiaire (en m)	
	Paroi verticale	Paroi inclinée
Vitrages clairs de 10 mm	6.80	6.80
Vitrages avec sérigraphie de 10 mm	6,15	9.84

## Sécurité sous les effets du poids propre du vitrage

Elle est assurée si les exigences du § 2.313 sont satisfaites.

## Sécurité au regard de la chute des personnes

Elle devra être examinée dans le cadre des systèmes de façades ou de verrières utilisant les vitrages VIM PANORAMIC lorsque cette fonction est requise.

## Sécurité incendie

Elle doit être appréciée dans les mêmes conditions que celles des façades vitrées avec des vitrages simples de même nature.

## Isolation thermique

Les coefficients  $U_g$  de transmission thermique des vitrages isolants VIM PANORAMIC sont déterminés selon les règles définies au paragraphe 2.3.1. des règles d'application Th-Bât (fascicule Th-U 3/5) liées à la RT 2012 et en prenant en compte la présence des fixations traversantes.

Le coefficient de transmission surfacique global des vitrages VIM PANORAMIC se calcule à partir de la formule générale suivante :

$$U = U_g + \frac{\Psi_L \times P}{S} + \frac{n\chi}{S}$$

avec :

$U_g$  = coefficient de transmission surfacique en partie courante du vitrage isolant, en  $W/m^2.K$ ,

$\Psi_L$  = coefficient de transmission linéique en  $W/(m.K)$  dû à l'effet thermique de l'intercalaire et du joint entre les vitrages,

$\chi$  = coefficient de transmission thermique ponctuel dû au système de fixations traversantes, exprimé en  $W/K$ ,

$P$  = périmètre du vitrage, exprimé en  $m$ ,

$S$  = surface du vitrage, exprimé en  $m^2$ ,

$n$  = nombre de fixations traversantes par vitrage.

Les valeurs des coefficients  $U_g$ ,  $\Psi_L$  et  $\chi$  sont données dans le tableau 1 en fin de la première partie de l'Avis Technique.

## Informations utiles complémentaires

Le coefficient  $\eta$  caractérisant l'aptitude à la déformation des vitrages isolants doubles VIM PANORAMIC est égal à 75.

## 2.22 Durabilité

L'un des risques est la rupture des vitrages qui pourrait résulter de la présence des fixations traversantes. Les justifications expérimentales réalisées ainsi que la méthode de dimensionnement retenue avec les limitations de déformation et de contraintes imposées permettent de considérer ce risque comme faible.

L'autre risque est relatif à un emballage prématuré (vitrages isolants). La durabilité et l'étanchéité des produits constituant le calfeutrement périphérique et les calfeutrements au droit des fixations traversantes ainsi que les dispositions prises en fabrication conduisent à considérer le risque d'emballage comme faible.

Pour les vitrages feuilletés avec films PVB colorés, de légères variations de teintes sont susceptibles de se produire dans le temps.

## 2.23 Fabrication et contrôles

Les dispositions prises par le fabricant sont propres à assurer la constance de la qualité.

La mise en œuvre des fixations traversantes sur les vitrages est cependant délicate, notamment pour la maîtrise du couple de serrage appliqué aux écrous (cas des plots R avec couple de serrage appliqué en atelier).

La fabrication doit faire l'objet d'un contrôle interne systématique suivi par le CSTB ou bien un représentant désigné à raison de 2 visites annuelles dont il en sera rendu compte au Groupe Spécialisé n° 6.

## 2.3 Cahier des prescriptions techniques

### 2.31 Conditions de conception

La détermination ou la vérification des épaisseurs des composants verriers sera réalisée selon la méthode définie dans le cahier du CSTB N° 3574\_V2 « Vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique ».

Que cela soit dans le cas de tige filetée M12 ou M16, il y aura lieu de réaliser au cas par cas une vérification des contraintes et des déformations en fonction du poids du vitrage et de la distance maximale prévisible entre vitrage et appui sur l'attache.

## 2.311 Dimensionnement – Efforts sur joints de scellement – Contraintes dans les produits verriers

### 2.3111 Cas de vitrages VIM PANORAMIC maintenus par 4 fixations traversantes.

- Calcul à l'état limite de service et à l'état limite ultime

La détermination ou la vérification des épaisseurs des composants verriers à l'état limite de service et à l'état limite ultime sera réalisée selon la méthode définie dans le cahier du CSTB n° 3574\_V2 (annexe A) ;

Dans le cas de vitrage de forme triangulaire ou trapézoïdale la vérification sera faite en prenant en compte le rectangle circonscrit au triangle ou au trapèze. Cependant cette application est limitée au cas de trapèze rectangle et de triangle avec des angles aigus supérieurs à 45°. Les valeurs des déformations et des contraintes seront multipliées par 1,15.

Les vitrages peuvent comporter également 1 fixation traversante et 2 bords libres maintenus en feuillure, ou bien 2 fixations traversantes et 1 bord pris en feuillure suivant l'annexe 1 paragraphe A2 du Cahier du CSTB 3574\_V2.

- Efforts sur joints de scellement. Contraintes dans produits verriers.

A l'intérieur des dimensions maximales définies, les efforts maximaux sur le joint de scellement des vitrages isolants et les contraintes dans les produits verriers seront justifiés par la société MACOCCO en prenant en compte les paramètres ci-après :

- dimensions des vitrages,
- épaisseurs des produits verriers,
- caractéristiques énergétiques des produits verriers (dans le cas de produits verriers sérigraphiés des mesures spectrophométriques devront être réalisées),
- coefficients d'échange thermique, extérieur ( $h_e$ ) et intérieur ( $h_i$ ),
- épaisseur de la lame d'air ou de gaz argon (15 mm),
- altitude du lieu de mise en œuvre (par rapport à l'altitude du lieu de fabrication),
- température ambiante intérieure au bâtiment,
- température extérieure maximale du bâtiment,
- rayonnement solaire.

La détermination des températures maximales sera réalisée en prenant en compte les paramètres définis dans le Cahier du CSTB 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

Pour ces vérifications (efforts dans joint de scellement, contraintes dans produits verriers) et dans le cas de vitrages isolants de forme triangulaire (triangle rectangle), ces vérifications seront faites en prenant en compte la surface du carré ou du rectangle inscrit dans la forme précédente et définie par la plus grande base et dont deux sommets sont situés au milieu des deux autres côtés.

Dans le cas de vitrages isolants de forme trapézoïdale (trapèze rectangle), ces vérifications seront faites en prenant en compte la surface du carré ou du rectangle inscrit.

La valeur de l'effort de traction maximal appliqué sur le joint de scellement ainsi déterminée ne devra pas être supérieure à 0,95 daN/cm de longueur de joint et la contrainte dans les produits verriers sous ces sollicitations ne devra pas être supérieure à 50 MPa (vitrages trempés) et 35 MPa pour les vitrages sérigraphiés.

Les vérifications relatives aux efforts sur les joints de scellement et aux contraintes dans les produits verriers seront faites selon les modalités prévues au paragraphe 3.4.1.3 du Cahier du CSTB 3574\_V2 de janvier 2012 (vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique).

### 2.3112 Cas de vitrages VIM PANORAMIC maintenus par 6 fixations traversantes

- Calcul à l'état limite de service et à l'état limite ultime

Il est uniquement utilisé des plots R dans ce cas et la contribution de l'intercalaire PVB ne sera pas prise en compte pour les calculs.

A cet égard, dans le cas de vitrages feuilletés avec composants verriers d'épaisseur respective  $e_1$  et  $e_2$ , l'épaisseur équivalente sera déterminée par la relation  $e_{eq} = \sqrt[3]{e_1^3 + e_2^3}$ .

- a) Vitrages VIM PANORAMIC rectangulaires

La détermination ou la vérification de l'épaisseur des produits ou composants verriers au regard des états limites de service (déformation) et des états limites ultimes (tenue mécanique) sera réalisée par application du cahier du CSTB 3574\_V2 et de l'annexe A paragraphe A3.

Dans le cas de vitrages rectangulaires, si les portées entre fixations de part et d'autre de l'appui intermédiaire n'ont pas la même valeur et à la condition que la petite portée soit supérieure ou égale à 0,5 fois la grande portée, le calcul sera réalisé en considérant un vitrage symétrique fictif ayant deux portées de part et d'autre de l'appui intermédiaire égales à la grande portée.

Il pourra être utilisé une épaisseur équivalente selon le paragraphe A2 du cahier du CSTB n° 3574\_V2, sauf pour les vitrages feuilletés où la contribution de l'intercalaire ne sera pas prise en compte (prise en compte des composants verriers uniquement dans le cas de 6 fixations traversantes).

Pour ces vérifications, il sera pris en compte les rayons de courbure minimale à l'état limite ultime donnés au paragraphe 2.21.

- b) Vitrages VIM PANORAMIC trapézoïdaux (avec composants monolithiques ou feuilletés) maintenus à l'aide de 6 fixations traversantes avec une fixation au voisinage de chaque angle et 1 fixation intermédiaire au milieu de grands côtés.

Les trapèzes sont de type rectangle et le côté opposé à la base est au moins égal à 0,5 fois la longueur de la base. Pour le calcul, il sera pris en compte le rectangle circonscrit au trapèze rectangle pour le calcul des déformations et contraintes et le rectangle inscrit pour les contraintes dans le joint de scellement.

- c) Vitrages VIM PANORAMIC en forme de losanges ou de triangles.

Dans le cas de losange, les angles aigus seront de 60° minimum et il sera pris en compte pour la vérification des contraintes et déformations le rectangle circonscrit. Les valeurs des contraintes et déformations seront multipliées par un coefficient 1,15.

Pour le calcul des efforts sur le joint de scellement, il sera pris en compte le rectangle inscrit.

Dans le cas de formes de triangles le sommet correspondant à l'angle aigu le plus petit sera tronqué, la longueur du côté correspondant à l'angle tronqué sera au moins égale à la moitié de la longueur du côté opposé et les angles situés côté opposé à l'angle tronqué seront au moins égaux à 60°. Il sera pris en compte pour la vérification des contraintes et déformations le rectangle circonscrit et les valeurs seront multipliées par 1,15.

Pour le calcul des efforts dans le joint de scellement, il sera pris en compte le rectangle inscrit.

- d) Autres cas

Les vitrages VIM PANORAMIC rectangulaires ou trapézoïdaux dans les limites données aux paragraphes précédents et concernant 6 fixations traversantes peuvent également :

- comporter un petit côté pris en feuillure, et dans ce cas ils ont quatre fixations traversantes (2 fixations intermédiaires sur grands côtés et 2 fixations sur angles du côté opposé à la prise en feuillure),
- comporter un grand côté pris en feuillure, et dans ce cas ils ont trois fixations traversantes (1 fixation intermédiaire et deux fixations sur angle sur côté opposé à la prise en feuillure),
- comporter un petit côté et un grand côté pris en feuillure et ils ont dans ce cas 2 fixations traversantes (1 fixation intermédiaire sur grand côté opposé à la prise en feuillure et une fixation sur angle opposé au deux côtés pris en feuillure).

Dans ces configurations, il sera appliqué les mêmes règles de calcul que celles définies précédemment et en ne tenant pas compte des côtes pris en feuillure.

Pour les autres configurations situées hors des limites précédentes et en restant dans le cadre des hypothèses générales définies dans l'Avis Technique, il sera réalisé des vérifications expérimentales selon les modalités définies dans le cahier du CSTB n° 3574\_V2.

- Efforts dans joints de scellement. Contraintes dans produits verriers.

Il sera pris en compte les mêmes hypothèses qu'au paragraphe 2.311.

### 2.312 Température maximale

Les températures maximales à ne pas dépasser sur les joints de scellement des vitrages isolants et le cas échéant sur les intercalaires des vitrages feuilletés sont celles définies dans le Cahier du CSTB 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

Dans le cas de vitrages sérigraphiés, la détermination de la température maximale sera faite en prenant en compte les caractéristiques spectro-photométriques de la zone correspondante à la sérigraphie la plus absorbante. Il pourra également être réalisé une analyse plus fine par élément fini prenant en compte les caractéristiques spectro-photométriques des différentes zones.

### 2.313 Poids propre des vitrages

Au regard de la tenue intrinsèque des vitrages VIM PANORAMIC avec fixations traversantes type SFI, la composante du poids propre, exprimée en newtons, parallèle au plan du vitrage ne devra pas générer de moment supérieur à 60 000 N.mm (la valeur du moment est à déterminer en considérant la composante ci-avant indiquée, multipliée par la distance en mm entre l'axe de la réaction de la fixation traversante sur l'ossature support et le plan du vitrage situé côté ossature). La valeur de 60 000 N.m concerne la tenue intrinsèque des vitrages et non celle relative aux fixations traversantes (déformations, contraintes) qui devra également être vérifiée.

### 2.32 Conditions de fabrication et de contrôle

Le fabricant est tenu d'exercer sur la fabrication des vitrages un contrôle permanent.

La régularité, l'efficacité et les conclusions de ces contrôles seront vérifiées régulièrement par le CSTB ou bien un représentant désigné.

### 2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre des fixations traversantes est une opération qui nécessite un soin spécifique notamment pour la maîtrise des couples de serrage appliqués aux écrous et la mesure de l'écrasement de 1 mm de la rondelle silicone dans le cas de plots SFI (dans le cas des plots SFI le montage de l'ensemble des fixations traversantes est réalisé sur chantier hors système de scellement et éléments 9 et 13). Dans le cas de plots R, le montage de la queue de rotule est réalisé sur chantier.

Les systèmes de façades et/ou de verrières dans lesquels les vitrages VIM PANORAMIC sont mis en œuvre doivent faire l'objet d'un Avis Technique du Groupe Spécialisé n° 2 ou d'une Appréciation Technique d'Expérimentation à caractère favorable en prenant en compte les éléments suivants :

- la structure porteuse peut être extérieure uniquement dans le cas de vitrages situés en façade (verticale) et lorsqu'il est utilisé des plots type SFI. En conséquence, le cas d'ossature extérieure en verrière n'est pas visé.  
**Nota** : Un vitrage est considéré vertical dans la limite de  $\pm 5^\circ$  par rapport à la verticale (limitations d'emploi des vitrages trempés).
- dans le cas de plots SFI et des plots « R », il y aura lieu de vérifier la tenue des fixations traversantes au regard des déformations et des contraintes sous les effets du poids propre des vitrages,
- dans le cas de structure porteuse extérieure (vitrage isolant), l'interstice vis/écrou comportant des trous pour clé à ergots est enduit de silicone après montage (plots type SFI).

## Conclusions

### Appréciation globale

L'utilisation des vitrages VIM PANORAMIC dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

### Validité

Jusqu'au 30 avril 2017.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 6  
Le Président  
Pierre MARTIN*

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 6 a noté que :

- que des couches ou de la sérigraphie peuvent être situées côté intercalaire PVB selon les modalités précisées dans le Dossier Technique.
- que dans le cas de vitrages VIM PANORAMIC maintenus par 6 fixations traversantes, il est uniquement utilisé des plots R.

Par ailleurs, dans cette configuration (6 fixations traversantes) et en cas de composant feuilleté, l'épaisseur équivalente du vitrage feuilleté sera déterminée en ne prenant pas en compte la contribution de l'intercalaire du vitrage feuilleté. Ainsi, si l'épaisseur des composants du vitrage feuilleté est désigné  $e_1$  et  $e_2$ , l'épaisseur équivalente sera déterminée par la relation  $e_{eq} = \sqrt[3]{e_1^3 + e_2^3}$ .

Par ailleurs, le Groupe Spécialisé n° 6 a noté que les vérifications relatives aux contraintes dans les produits et efforts dans les joints de Cahier du CSTB 3574\_V2 de janvier 2012 (vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique) en ne prenant pas en compte les fixations traversantes. Les vérifications aux états limites de service et aux états limites ultimes sont réalisées en prenant en compte la configuration réelle des vitrages.

Les systèmes de façades et/ou de verrières dans lesquels les vitrages VIM PANORAMIC sont mis en œuvre, feront l'objet d'une évaluation (Avis Technique du Groupe Spécialisé n° 2 ou ATEX) en prenant en compte les spécificités suivantes :

- la structure porteuse peut être extérieure uniquement dans le cas de vitrages situés en façade (verticale) et lorsqu'il est utilisé des plots type SFI.
- dans le cas de plots SFI ou de plots R, il y aura lieu de vérifier la tenue des fixations traversantes au regard des déformations et des contraintes sous les effets du poids propre des vitrages.
- dans le cas de structure porteuse extérieure, l'interstice vis/écrou épaulé est enduit de silicone après montage (plots SFI).

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 6*  
Hubert LAGIER

Tableau 1 -

Vitrage isolant VIM PANORAMIC (remplissage air)						
Émissivité face 2 ou 3 <sup>(1)</sup>	U <sub>g</sub>		Ψ <sub>L</sub>		χ	
	Plots SFI	Plots R	Plots SFI	Plots R	Plots SFI	Plots R
0,89	2,7	2,7	0,09	0,09	0,03	0,04
0,16	1,8	1,8	0,14	0,14	0,04	0,06
0,05	1,5	1,5	0,16	0,16	0,07	0,06
0,02	1,4	1,4	0,16	0,16	0,07	0,07
Vitrage isolant VIM PANORAMIC avec remplissage argon (85 %)						
	Plots SFI	Plots R	Plots SFI	Plots R	Plots SFI	Plots R
0,89	2,6	2,6	-	-	-	-
0,16	1,5	1,5	0,16	0,16	0,07	0,06
0,05	1,2	1,2	0,17	0,17	0,08	0,07
0,02	1,1	1,1	0,17	0,17	0,08	0,07

(1) Dans le cas de couche faiblement émissive déposée côté sérigraphie (vitrages sérigraphiés), il y aura lieu de déterminer/mesurer l'émissivité de la couche dans cette configuration.

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe

Les vitrages VIM PANORAMIC sont des vitrages isolants avec composants verriers simples (monolithiques ou feuilletés), généralement carrés ou rectangulaires. Ils comportent généralement 4 fixations traversantes (à proximité des angles) ou six fixations traversantes (4 à proximité des angles et 2 complémentaires situées sur les grands côtés).

Ils peuvent être remplis de gaz argon et/ou comporter une face sérigraphiée (position 1, 2, 3 ou 4) éventuellement en contact avec le PVB dans cas de composant feuilleté et hors zone d'interface avec le système de scellement.

Ces fixations métalliques sont destinées à permettre la mise en œuvre sur une structure porteuse verticale ou inclinée.

#### Cas de 4 fixations traversantes

Le nombre de fixations traversantes est de quatre (situées au voisinage des angles) dans le cas de plots « SFI » ou des plots « R ».

Les vitrages peuvent comporter également 1 fixation traversante et 2 bords libres maintenus en feuillure, ou bien 2 fixations traversantes et 1 bord pris en feuillure suivant l'annexe A paragraphe A2 du Cahier du CSTB 3574\_V2.

Dans le cas de vitrages VIM PANORAMIC de forme triangulaire ou trapézoïdale comportant 3 ou 4 fixations traversantes situées à proximité des angles, ils seront selon le cas soit assimilés à un rectangle, soit ils feront l'objet des vérifications expérimentales spécifiques.

#### Cas de 6 fixations traversantes

Dans le cas de 6 fixations traversantes les vitrages sont de forme rectangulaire ou trapézoïdale selon les modalités précisées dans le dossier technique.

Ils peuvent également être en forme de losange ou de triangle selon les dispositions précisées dans le dossier technique.

Les composants verriers ont des épaisseurs de 10 mm sauf dans le cas de vitrages feuilletés où l'un des composants peut être de 8 mm.

Dans ce cas (6 fixations traversantes) les vitrages sont systématiquement réalisés avec des plots « R ».

Des dispositions complémentaires sont précisées dans le cahier des prescriptions techniques, à savoir les cas correspondant à des prises en feuillure d'un petit côté (quatre fixations traversantes, d'un grand côté (trois fixations traversantes, ou de deux côtés adjacents (deux fixations traversantes).

## 2. Matériaux

### 2.1 Produits verriers

Les vitrages VIM PANORAMIC sont fabriqués avec les produits verriers plans suivants :

- glace non colorée,
- glace colorée,
- glaces réfléchissantes dans le visible conformes à la norme EN 1096 et de classe A (face 1 ou en face 2),
- glaces à couches faiblement émissives en face 2 ou 3 des vitrages isolants.

Ces vitrages à couches (conformes à la norme EN 1096 et de classe C) se scindent en 2 catégories différentes :

- vitrages à couches tendres à tremper (les performances émissives sont obtenues après trempe),
- vitrages à couches trempables (les performances émissives sont obtenues sur le vitrage d'origine et ne sont pas modifiées par la trempe).

Il est possible également de faire l'application de la couche après la réalisation du vitrage trempé. Cette couche peut dans cette configuration être appliquée sur la face comportant la sérigraphie (cas de vitrages sérigraphiés). Dans ce cas, une attestation de conformité selon la norme EN 1096-4 est fournie par le fabricant applicateur de la couche correspondant au substrat verre sérigraphié.

Les couches utilisées devront être compatibles avec le scellement utilisé (DC 3362) selon la certification CEKAL ou équivalent.

- Vitrages sérigraphiés par émaillage à chaud en face 1, 2, 3 ou 4 avec zone périmétrique de 20 mm sans sérigraphie et de 10 mm autour du trou dans le cas de plot R et de 13 mm autour du trou dans le cas de plot SFI dans le cas où la sérigraphie est située côté scellement. Dans le cas de composants feuilletés, la sérigraphie peut être située à l'interface avec le PVB. Dans le cas de composants feuilletés, les dispositions concernant l'utilisation de couche côté PVB et les PVB utilisés sont ceux prévus dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent. La sérigraphie est de type impression numérique, le fournisseur DIP TEC et les références de l'email sont noir (CASS0025), blanc (CASS0026), bleu (CAS0003), vert (CAS0005), rouge (CAS0006), orange (CAS0008). La quantité d'encre est d'environ 25 g/m<sup>2</sup> et dépend du motif et du nombre de couleurs utilisées.
- Ces glaces sont obligatoirement trempées et subissent systématiquement un traitement désigné HEAT SOAK réalisé selon la norme NF EN 14179-1 (vitrage T.H.S.), elles peuvent être assemblées en vitrages feuilletés (face avec couche côté PVB le cas échéant selon certification CEKAL ou équivalent ou avec sérigraphie côté PVB) et conformes à la norme EN 12543 et EN 14449.

### 2.2 Dispositifs de fixation

La désignation symbolique de l'acier inoxydable utilisé pour les fixations traversantes est X2 Cr Ni Mo 17.12.2 selon NF EN 10 088 (ancienne désignation 316L). La désignation numérique de cet acier est 1.4404.

Les fixations ponctuelles comportent un marquage indiquant MACOCCO suivi de 4 chiffres correspondant à un numéro séquentiel de commande. Il est mis en œuvre au niveau de l'écrou de serrage sur le vitrage.

a) Vitrages isolants avec fixations traversantes type SFI.

Les dispositifs de fixation type SFI sont représentés sur les figures 1, 2 et 3.

Ils sont constitués des éléments suivants :

- une vis TF  $\phi$  12 en acier inoxydable 1.4404, repère 3
- un tube cylindro conique en P.T.F.E. (téflon noir), repère 12
- un tube repère 9 en silicone référence COVISIL 9160 de Gerland ou équivalent compatible et de dureté 60 shore A
- une butée en PTFE (téflon noir) de hauteur variable en fonction de l'épaisseur des vitrages, repère 13
- une bague intercalaire en alliage d'aluminium servant de support aux systèmes d'étanchéité, repère 10
- deux joints toriques en élastomère fluoré (VITON) diamètre 42 mm et épaisseur 3 mm, repère 14
- deux scellements silicone DC 3362, repère 15
- une rondelle d'appui  $\phi$  50 diamètre intérieur 12 mm, dureté shore A :  $80 \pm 5$  épaisseur 3 mm en silicone, repère 8
- un écrou en acier inoxydable 1.4404 repère 7
- deux écrous en acier inoxydable 1.4404, repère 6 (1 seul repère sur la figure 3).
- un écrou frein repère 1 en acier inoxydable 1.4404 associé à une rondelle tronconique non taraudée également en acier inoxydable 1.4404.
- deux rondelles silicone repère 5 de dureté Shore A égale à 82.
- deux rondelles en acier inoxydable 1.4404 repère 4.
- une rondelle en acier inoxydable 1.4404 repère 2.

Les écrous repères 6 et 7 sont maintenus en position par un filet silicone ou de la colle LOCTITE 270 avec éventuellement activateur 764 appliqué sur les vis.

Les interfaces bague fraisée et verre d'une part et bague fraisée vis de fixation d'autre part sont étanchés par un filet silicone.

b) Vitrages isolants avec fixations traversantes type R.

Ils sont représentés sur les figures 4 et 5.

Ils sont constitués des éléments suivants :

- une tige filetée M12 dans le cas de 4 fixations traversantes et M16 dans le cas de 6 fixations traversantes en acier inoxydable 1.4404 repère 4 (vitrage isolant)
- une rotule en acier inoxydable 1.4404 repère 2 maintenue par vissage et collage à la loctite 270 sur la pièce 4 (rotule taraudée M16).
- un siège de rotule en acier inoxydable 1.4404 repère 3.

- une chemise cylindro-conique en aluminium 1050 brute ou rilsanisée de paroi 2 mm repère 1.
- une rondelle Delrin, de 2 mm d'épaisseur, repère 5
- un écrou cylindrique plat, en acier inoxydable 1.4404 repère 6 comportant quatre trous pour blocage à l'aide d'une clé à ergots.
- une bague intercalaire en alliage d'aluminium repère 8.
- deux joints toriques en élastomère fluoré (VITON) diamètre 52 mm et épaisseur 3 mm, repère 9
- deux scellements de silicone DC 3362 repère 10
- un couvercle, repère 7, collé avec de la loctite 270 avec éventuellement un activateur 764 sur le siège de la rotule repère 3.

L'angle minimal de débattement (vitrages les plus épais) pour la tige filetée est de  $\pm 5^\circ$  (plots R) par rapport à la position médiane.

Les interfaces bague fraisée et verre d'une part et bague fraisée siège de rotule d'autre part sont étanchés par un filet silicone.

## 2.3 Produits de collage et étanchéité

### Produit à base de butyl

Il est utilisé le butyle JS 680 de la société TREMCO. Il pourra être utilisé un autre butyle reconnu équivalent dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

### Produit à base de silicone

Il est utilisé le mastic bi-composant DC 3362 fourni par la Société DOW CORNING. Il pourra être utilisé un autre silicone reconnu équivalent dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

La hauteur minimale du joint de scellement sous talon des espaceurs est de 10 mm.

## 2.4 Espaceurs périphériques

Ils sont constitués de profilés en alliage d'aluminium en provenance de PROFILGLASS de largeur adaptée à l'épaisseur de la lame d'air/gaz soit 15 mm. Il pourra être utilisé d'autres espaceurs reconnus équivalent dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

## 2.5 Déshydratant

Il est utilisé le PHONOSORB 551 F de GRACE. Il pourra être utilisé d'autres tamis moléculaire reconnus équivalent dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

## 3. Éléments

### 3.1 Caractéristiques – Compositions et dimons des vitrages VIM PANORAMIC

Les composants verriers des vitrages VIM PANORAMIC (isolants) sont toujours trempés et ont subi un traitement désigné HEAT SOAK.

Les vitrages sont équipés, généralement dans chaque angle d'un dispositif de fixation traversant les composants verriers et situés de 58 mm minimum des bords. La valeur maximale de la distance avec les bords du vitrage ne doit pas excéder 10 % de la plus grande distance entre deux fixations consécutives.

Les géométries des trous (cylindriques et fraisés) sont données sur les figures 6 et 7. La hauteur minimale des chanfreins au niveau des trous cylindriques ou côté opposé aux fraisages est de 1 mm. Leur hauteur maximale est de 1,5 mm.

Dans le cas de composants feuilletés, le diamètre du trou cylindrique du constituant sans fraisage est supérieur de 2 mm à celui du trou cylindrique du composant avec fraisage (vitrage feuilleté comportant le fraisage).

Dans le cas où le composant ne comportant pas les trous fraisés est également un vitrage feuilleté, le diamètre des trous du premier constituant situé côté lame d'air/gaz est de 42 mm, et celui du deuxième composant est de 44 mm (Cf. figure 6).

Ils peuvent aussi comporter 6 fixations traversantes (4 à proximité de chaque angle et deux situées sensiblement au milieu des grands côtés) uniquement dans le cas de « plots R ».

Les composants verriers des vitrages VIM PANORAMIC (trempés) subissent systématiquement un traitement désigné HEAT SOAK réalisé selon la norme NF EN 14179-1 (vitrage T.H.S.) qui consiste à porter les glaces à une température de  $290^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$  pendant 2 heures. Après traitement HEAT SOAK les compressions minimales de surface sont données dans le tableau suivant :

Épaisseur	Compression minimale après traitement HEAT SOAK
6 mm	110 MPa
8 mm	110 MPa
10 mm	121 MPa
12 mm	104 MPa
15 mm	104 MPa
19 mm	104 MPa

Dans le cas de vitrages sérigraphiés des réserves sont ménagées sur les vitrages pour tests au niveau de la sérigraphie pour mesurer les compressions de surface (5 points).

Les chants des vitrages sont des joints plats industriels (JPI).

Les compositions courantes sont les suivantes :

- avec composants monolithiques (4 fixations traversantes)
  - 10+15+6, 10+15+8, 10+15+10, 12+15+6, 12+15+8, 12+15+10, 12+15+12, 15+15+6, 15+15+8, 15+15+10, 15+15+12, 15+15+15, 19+15+15, 19+15+19
- avec composants monolithiques (6 fixations traversantes)
  - 10 + 15 + 10
- avec composants feuilletés (4 fixations traversantes)
  - 10+15+66/4, 10+15+88/4, 10+15+10.10/4, 12+15+66/4, 12+15+88/4, 12+15+10.10/4, 15+15+88/4, 15+15+10.10/4, 15+15+12.12/4, 19+15+88/4, 19+15+10.10/4, 19+15+12.12/4, 10.6/4+15+6, 10.6/4+15+8, 10.6/4+15+10, 10.6/4+15+12, 10.6/4+15+66/4, 10.6/4+15+88/4, 10.8/4+15+6, 10.8/4+15+8, 10.8/4+15+10, 10.8/4+15+66/4, 10.8/4+15+88/4, 12.8/4+15+6, 12.8/4+15+8, 12.8/4+15+10, 12.8/4+15+12, 12.8/4+15+88/4, 12.8/4+15+10.10/4.
- avec composants feuilletés (6 fixations traversantes)
  - 10/15/10.10.4
  - 10.10.4/15/10
  - 10.10.4/15/8.8.4

Les couches utilisées devront être compatibles avec le scellement utilisé (DC 3362) selon la certification CEKAL ou équivalent. Les couches type magnétron sont généralement situées côté lame d'air/gaz. Elles peuvent le cas échéant être en contact avec l'intercalaire PVB selon certification CEKAL ou équivalent.

Dans le cas de 4 fixations traversantes, les dimensions maximales des vitrages isolants sont de 3600 mm x 2400 mm et le poids maximal est limité à 500 kg par vitrage.

Dans le cas de 6 fixations traversantes, les dimensions maximales sont de 4500 mm x 2480 mm, et le poids maximal des vitrages est limité à 550 kg par vitrage.

En cas de composant sérigraphiés, les dimensions maximales sont de 3700 mm x 2480 mm.

Les vitrages isolants ont une lame d'air/gaz de 15 mm d'épaisseur.

### Composants verriers (façonnage des chants et des angles).

La tranche est plane. Un chanfrein est réalisé sur chacune des arêtes. Ces chanfreins ont une hauteur minimale de 1 mm.

Les chants sont traités JPI.

Les angles des vitrages sont traités (angles « mouchés »). Ceci consiste à créer un plat de 2 à 3 mm de largeur sur la tranche au niveau des angles.

### Composants verriers feuilletés

Les compositions sont précisées ci-avant.

Dans le cas de composants feuilletés la sérigraphie par émaillage à chaud peut être située côté intercalaire PVB ou en faces externes. Si la sérigraphie est située côté scellement les précisions données au paragraphe 2.1 sont applicables.

L'épaisseur nominale des films PVB est toujours de 1,52 mm.

Les vitrages à couches qui peuvent être utilisés avec couche côté PVB sont ceux prévus dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent. Les films PVB sont clairs ou colorés (bronze, opale, vert, bleu, gris, jaune, rouge, seuls ou combinés entre eux suivant les spécifications des fabricants de films PVB, à savoir Solutia, Kuraray ou Dupont de Nemours).

Les films PVB qui peuvent être utilisés sont ceux visés dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

Sept cas de composition de vitrages isolants sont prévus :

- Cas 1 :
  - composant extérieur feuilleté avec trous fraisés
  - composant intérieur monolithique avec trous cylindriques

- Cas 2 :
  - deux composants monolithiques dont un avec des trous fraisés.
- Cas 3 :
  - composant extérieur monolithique avec trous fraisés,
  - composant intérieur feuilleté avec trous cylindriques,
- Cas 4 :
  - composant intérieur feuilleté avec trous fraisés
  - composant extérieur monolithique avec trous cylindriques.
- Cas 5 :
  - composant intérieur monolithique avec trous fraisés
  - composant extérieur feuilleté avec trous cylindriques.
- Cas 6 :
  - composant extérieur feuilleté avec trous fraisés
  - composant intérieur feuilleté avec trous cylindriques.
- Cas 7 :
  - composant extérieur feuilleté avec trous cylindriques
  - composants intérieur feuilleté avec trous fraisés.

Les fixations traversantes (types SFI et R) sont représentées sur les figures 1 à 5.

Seuls, les cas 3, 4 et 6 correspondent à une utilisation en verrière.

La hauteur minimale du joint de scellement sous talon de l'intercalaire est de 10 mm.

### 3.2 Dimensionnement – Vérification

Que cela soit dans le cas de tige filetée M12 ou M16, il y aura lieu de réaliser au cas par cas une vérification des contraintes et des déformations en fonction du poids du vitrage et de la distance maximale prévisible entre vitrage et appui sur l'attache.

Les critères de dimensionnement sont les suivants :

#### Déformations (état limite de service)

A l'état limite de service et sous les pondérations de charges définies dans la Cahier du CSTB 3574 « Vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique » les déformations maximales sont limitées à 1/150 de la distance entre deux fixations consécutives correspondant au bord le plus déformé (vitrages isolants).

Par ailleurs, le déplacement d'un point quelconque du vitrage par rapport aux attaches ne doit pas dépasser 5 cm sous ces mêmes pondérations de charges.

#### Sécurité sous charge (état limite ultime)

Elle est vérifiée par l'application des règles de dimensionnement données dans le cahier des prescriptions techniques et précisées dans le dossier technique.

A l'état limite ultime et sous les pondérations de charges correspondantes définies dans le Cahier du CSTB 3574\_V2 (tableaux 9 et 10), les contraintes en partie courante des vitrages ne doivent pas dépasser les valeurs définies dans le tableau suivant :

Contraintes maximales de calcul en MPa avec charges à pondérer (non applicables au niveau des appuis)				
Combinaisons	Effet de G	Effet de G, S, S <sub>ad</sub> et W	Effet de G et W	Effet de W
Trempé	50	50	60	65
Trempé émaillé	25	25	30	40
avec : G = poids propre S = charge de neige W = charge de vent S <sub>ad</sub> = neige exceptionnelle				

### 3.211 Dimensionnement – Efforts sur joints de scellement – Contraintes dans les produits verriers

#### 3.2111 Cas de vitrages VIM PANORAMIC maintenus par 4 fixations traversantes.

- Calcul à l'état limite de service et à l'état limite ultime

La détermination ou la vérification des épaisseurs des composants verriers à l'état limite de service et à l'état limite ultime sera réalisée selon la méthode définie dans le cahier du CSTB n° 3574\_V2 (annexe A).

Dans le cas de vitrage de forme triangulaire ou trapézoïdale la vérification sera faite en prenant en compte le rectangle circonscrit au triangle ou au trapèze. Cependant cette application est limitée au cas de trapèze rectangle et de triangle avec des angles aigus supérieurs à 45°. Les valeurs des déformations et des contraintes seront multipliées par 1,15.

Les vitrages peuvent comporter également 1 fixation traversante et 2 bords libres maintenus en feuillure, ou bien 2 fixations traversantes et 1 bord pris en feuillure suivant l'annexe A paragraphe A2 du Cahier du CSTB 3574\_V2.

- Efforts sur joints de scellement. Contraintes dans produits verriers.

A l'intérieur des dimensions maximales définies, les efforts maximaux sur le joint de scellement des vitrages isolants et les contraintes dans les produits verriers seront justifiés par la société MACOCCO en prenant en compte les paramètres ci-après :

- dimensions des vitrages,
- épaisseurs des produits verriers,
- caractéristiques énergétiques des produits verriers (dans le cas de produits verriers sérigraphiés des mesures spectrophométriques devront être réalisées),
- coefficients d'échange thermique, extérieur (h<sub>e</sub>) et intérieur (h<sub>i</sub>),
- épaisseur de la lame d'air ou de gaz argon (15 mm),
- altitude du lieu de mise en œuvre (par rapport à l'altitude du lieu de fabrication),
- température ambiante intérieure au bâtiment,
- température extérieure maximale du bâtiment,
- rayonnement solaire.

La détermination des températures maximales sera réalisée en prenant en compte les paramètres définis dans le Cahier du CSTB 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

Pour ces vérifications (efforts dans joint de scellement, contraintes dans produits verriers) et dans le cas de vitrages isolants de forme triangulaire (triangle rectangle), ces vérifications seront faites en prenant en compte la surface du carré ou du rectangle inscrit dans la forme précédente et définie par la plus grande base et dont deux sommets sont situés au milieu des deux autres côtés.

Dans le cas de vitrages isolants de forme trapézoïdale (trapèze rectangle), ces vérifications seront faites en prenant en compte la surface du carré ou du rectangle inscrit.

La valeur de l'effort de traction maximal appliqué sur le joint de scellement ainsi déterminée ne devra pas être supérieure à 0,95 daN/cm de longueur de joint et la contrainte dans les produits verriers sous ces sollicitations ne devra pas être supérieure à 50 MPa (vitrages trempés) et 35 MPa pour les vitrages sérigraphiés.

Les vérifications relatives aux efforts sur les joints de scellement et aux contraintes dans les produits verriers seront faites selon les modalités prévues au paragraphe 3.4.1.3 du Cahier du CSTB 3574\_V2 de janvier 2012 (vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique).

#### 3.2112 Cas de vitrages VIM PANORAMIC maintenus par 6 fixations traversantes

#### Calcul à l'état limite de service et à l'état limite ultime

Il est uniquement utilisé des plots R dans ce cas et la contribution de l'intercalaire PVB ne sera pas prise en compte pour les calculs.

A cet égard, dans le cas de vitrages feuilletés avec composants verriers d'épaisseur respective e<sub>1</sub> et e<sub>2</sub>, l'épaisseur équivalente sera déterminée par la relation  $e_{eq} = \sqrt[3]{e_1^3 + e_2^3}$ .

- a) Vitrages VIM PANORAMIC rectangulaires

La détermination ou la vérification de l'épaisseur des produits ou composants verriers au regard des états limites de service (déformation) et des états limites ultimes (tenue mécanique) sera réalisée par application du cahier du CSTB 3574\_V2 et de l'annexe A paragraphe A3.

Dans le cas de vitrages rectangulaires, si les portées entre fixations de part et d'autre de l'appui intermédiaire n'ont pas la même valeur et à la condition que la petite portée soit supérieure ou égale à 0,5 fois la grande portée, le calcul sera réalisé en considérant un vitrage symétrique fictif ayant deux portées de part et d'autre de l'appui intermédiaire égales à la grande portée.

Il pourra être utilisé une épaisseur équivalente selon l'annexe A paragraphe A2 du cahier du CSTB n° 3574\_V2, sauf pour les vitrages feuilletés où la contribution de l'intercalaire ne sera pas prise en compte (prise en compte des composants verriers uniquement).

Pour ces vérifications, il sera pris en compte les rayons de courbure minimale à l'état limite ultime suivant :

Epaisseur	Rayon de courbure minimal à l'état limite ultime sur appui intermédiaire (en m)	
	Paroi verticale	Paroi inclinée
Vitrages clairs de 10 mm	6.80	6.80
Vitrages avec sérigraphie de 10 mm	6.15	9.84

- b) Vitrages VIM PANORAMIC trapézoïdaux maintenus à l'aide de 6 fixations traversantes avec une fixation au voisinage de chaque angle et 1 fixation intermédiaire au milieu de grands côtés.

Les trapèzes sont de type rectangle et le côté opposé à la base est au moins égal à 0,5 fois la longueur de la base. Pour le calcul, il sera pris en compte le rectangle circonscrit au trapèze rectangle.

- c) Vitrages VIM PANORAMIC en forme de losanges ou de triangles.

Dans le cas de losange, les angles aigus seront de 60° minimum et il sera pris en compte pour la vérification des contraintes et déformations le rectangle circonscrit. Les valeurs des contraintes et déformations seront multipliées par un coefficient 1,15.

Pour le calcul des efforts sur le joint de scellement, il sera pris en compte le rectangle inscrit.

Dans le cas de formes de triangles le sommet correspondant à l'angle aigu le plus petit sera tronqué, la longueur du côté correspondant à l'angle tronqué sera au moins égale à la moitié de la longueur du côté opposé et les angles situés côté opposé à l'angle tronqué seront au moins égaux à 60°. Il sera pris en compte pour la vérification des contraintes et déformations le rectangle circonscrit et les valeurs seront multipliées par 1,15.

Pour le calcul des efforts dans le joint de scellement, il sera pris en compte le rectangle inscrit.

- d) Autres cas

Les vitrages VIM PANORAMIC rectangulaires ou trapézoïdaux dans les limites données aux paragraphes précédents et concernant 6 fixations traversantes peuvent également :

- comporter un petit côté pris en feuillure, et dans ce cas ils ont quatre fixations traversantes (2 fixations intermédiaires sur grands côtés et 2 fixations sur angles du côté opposé à la prise en feuillure),
- comporter un grand côté pris en feuillure, et dans ce cas ils ont trois fixations traversantes (1 fixation intermédiaire et deux fixations sur angle sur côté opposé à la prise en feuillure),
- comporter un petit côté et un grand côté pris en feuillure et ils ont dans ce cas 2 fixations traversantes (1 fixation intermédiaire sur grand côté opposé à la prise en feuillure et une fixation sur angle opposé au deux côté pris en feuillure).
- Dans ces configurations, il sera appliqué les mêmes règles de calcul que celles définies précédemment et en ne tenant pas compte des côtes pris en feuillure.

Pour les autres configurations situées hors des limites précédentes et en restant dans le cadre des hypothèses générales définies dans l'Avis Technique, il sera réalisé des vérifications expérimentales selon les modalités définies dans le cahier du CSTB n° 3574\_V2.

- Efforts dans joints de scellement. Contraintes dans produits verriers.

Il sera pris en compte les mêmes hypothèses qu'au paragraphe 3.2111.

### 3.3 Température maximale

Les températures maximales à ne pas dépasser sur les joints de scellement des vitrages isolants et le cas échéant sur les intercalaires des vitrages feuilletés sont celles définies dans le Cahier du CSTB 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

Dans le cas de vitrages sérigraphiés, la détermination de la température maximale sera faite en prenant en compte les caractéristiques spectro-photométriques de la zone correspondante à la sérigraphie la plus absorbante. Il pourra également être réalisé une analyse plus fine par élément fini prenant en compte les caractéristiques spectro-photométriques des différentes zones.

### 3.4 Poids propre des vitrages

Dans le cas de vitrages VIM PANORAMIC montés avec les fixations traversantes type SFI, la composante du poids propre parallèle au plan du vitrage reprise par une fixation traversante ne devra pas générer de moment supérieur à 60 000 N.mm (la valeur du moment est à déterminer en considérant la composante ci-avant indiquée, multipliée par la distance en mm entre l'axe de la réaction de la fixation traversante sur l'ossature support et le plan du vitrage situé côté ossature).

La valeur de 60 000 N.m concerne la tenue intrinsèque des vitrages et non celle relative aux fixations traversantes (déformations contraintes) qui devra également être vérifiée.

### 3.5 Tolérances de fabrication

Les tolérances sur les épaisseurs sont les suivantes (vitrages isolants) : + 1,2 mm – 0,8 mm.

Les tolérances sur les principales caractéristiques géométriques des composants de vitrages VIM PANORAMIC et des vitrages VIM PANORAMIC sont données dans le tableau suivant :

Vitrage composant	Dimensions	+0 – 2 mm pour e = 10 mm et 12 mm
		+0 – 3 mm pour e = 15 mm et 19 mm
Vitrage composant monolithique SERISTAL	Flèche : Si $S > 7 \text{ m}^2$ : 3 mm/m, Si $S \leq 7 \text{ m}^2$ : 2 mm/m	
	Diamètre des trous :	± 0,3 mm
	Entraxe des trous :	± 2 mm
	Position des trous par rapport aux bords de référence :	± 1 mm
Vitrage composant feuilleté Plastofloat	Profondeur des fraisages :	8 mm
	Dimensions :	- 3 + 2 mm
	Flèche des verres assemblés :	3 mm par mètre
	Diamètre des trous :	± 0,3 mm
Vitrage isolant VIM PANORAMIC	Coaxialité des trous :	± 2 mm
	Dimensions :	+ 2 mm – 3 mm
	Flèche des verres assemblés :	3 mm par mètre
	Diamètre des trous :	± 0,3 mm
	Coaxialité des trous :	± 2 mm

Pour les plots (R et SFI) les tolérances sont les suivantes :

- plots « R »
  - fourreau aluminium : H8
  - siège de la rotule chemise inox : JS 13
  - siège à l'endroit de la rotule : JS 13 H8
  - rotule : JS 13 H8
  - écrou et couvercle : JS 13
- plots « SFI »
  - JS 13 pour l'ensemble

## 4. Fabrication

### 4.1 Processus général

#### 4.1.1 Préparation des produits verriers

Les produits verriers sont découpés sur table automatique avec mise à l'équerre systématique.

Ensuite, les chants des vitrages sont traités sur une machine bilatérale qui façonne les côtés en parallèle 2 par 2. Les chants des vitrages sont des joints polis industriels (JPI).

Un angle de référence est alors donné au vitrage façonné qui sera le même pour tous les composants du vitrage isolant final.

Le perçage des trous, le fraisage et le chanfreinage sont réalisés sur perceuse numérique, sur centre d'usinage ou sur pont de découpe jet d'eau.

Les vitrages sont ensuite lavés et trempés à plat (en cas de sérigraphie, cette opération est effectuée dans l'ordre suivant : coupe, façonnage, perçage, lavage, sérigraphie, trempe, traitement HST).

Un traitement désigné Heat Soak Test réalisé selon la norme NF EN 14179-1, est systématiquement effectué sur les composants des vitrages VIM PANORAMIC.

Les compressions minimales de surface après ce traitement sont précisées au paragraphe 3. « Eléments ».

Les composants verriers destinés à être assemblés en feuilleté sont positionnés l'un par rapport à l'autre en respectant l'angle de référence.

#### 4.1.2 Préparation des cadres espaceurs

Les profilés espaceurs sont coupés à sec à des dimensions telles qu'après assemblage la distance entre le cadre intercalaire et le chant du vitrage soit d'au moins 10 mm.

Les cadres espaceurs reçoivent sur leurs flancs un cordon de mastic butyl.

## 4.13 Assemblage

Le processus général est le suivant :

- le composant verrier comportant les trous fraisés est disposé à l'entrée de la machine à laver. Des inserts sont positionnés dans les fraisages et maintiennent la rondelle intercalaire aluminium munie de joints toriques VITON pendant la fabrication.
- Mise en place du cadre intercalaire
- Affichage du deuxième verre
- Pressage
- Remplissage éventuel en gaz
- Réalisation du scellement périphérique avec le mastic silicone et au niveau des rondelles intercalaires des fixations traversantes après avoir ôté les inserts
- Placement du vitrage en position verticale
- Mise en place des chemises aluminium (pour les plots R).

Pour les plots SFI l'ensemble de la fixation traversante est mise en œuvre sur chantier hors système d'étanchéité, butée 13 et tube d'étanchéité 9.

## 4.2 Contrôles

Les différents contrôles (matières premières, fabrication, produits finis) sont conformes au paragraphe 3.7 du Cahier du CSTB 3574\_V2.

## 5. Mise en œuvre

Les vitrages VIM PANORAMIC (isolants) doivent être transportés et stockés selon les dispositions et prescriptions définies dans la norme NF DTU 39.

Lors du montage sur chantier, les filets de la vis dans le cas de plots SFI au droit de l'écrou épaulé sont enduits de silicone.

Le serrage des dispositifs de fixation sur les vitrages isolants VIM PANORAMIC, est fixé :

- à 16 N.m (plots type R)
- à un écrasement de 1 mm de la rondelle silicone  $\phi$  50 de 3 mm d'épaisseur nominale (plots type SFI). Ceci correspond à l'application d'un couple de 23 à 25 N.m environ sur l'écrou.

La mise en œuvre des fixations traversantes est une opération qui nécessite un soin spécifique, notamment pour la maîtrise des couples de serrage appliqués aux écrous et la mesure de l'écrasement de 1 mm de la rondelle silicone dans le cas de plots SFI (dans le cas des plots SFI, le montage de l'ensemble des fixations traversantes est réalisé sur chantier hors système de scellement et éléments 9 et 13). Dans le cas de plots R, le montage de la queue de rotule est réalisé sur chantier.

Les systèmes de façades et/ou de verrières, dans lesquels les vitrages VIM PANORAMIC sont mis en œuvre, doivent faire l'objet d'un Avis Technique, d'une Appréciation Technique d'Expérimentation à caractère favorable en prenant en compte les éléments suivants :

- la structure porteuse peut être extérieure uniquement dans le cas de vitrages situés en façade (verticale) et lorsqu'il est utilisé des plots type SFI. En conséquence, le cas d'ossature extérieure en verrière n'est pas visé.
- **Nota** : Un vitrage est considéré vertical dans la limite de  $\pm 5^\circ$  par rapport à la verticale (limitation d'emploi des vitrages trempés).
- dans le cas de plots SFI et des plots R, il y aura lieu de vérifier la tenue des fixations traversantes au regard des déformations et des contraintes sous les effets du poids propre des vitrages,
- dans le cas de structure porteuse extérieure (vitrages isolants), l'interstice vis/écrou comportant des trous pour clé à ergots est enduit de silicone après montage (plots type SFI).

## 6. Entretien

Les vitrages VIM PANORAMIC doivent être nettoyés périodiquement en utilisant des agents neutres exempts de matières abrasives ou fluorées. De même les outils employés ne doivent pas rayer le verre.

La périodicité du nettoyage dépend essentiellement de l'environnement extérieur, c'est-à-dire du niveau et du type de pollution. Dans le cas les plus courants, deux nettoyages sont préconisés au minimum chaque année.

La fréquence doit être augmentée, notamment dans le cas de verrière à faible pente.

Dans le cas de sérigraphie en face 1 ou en face 4 :

- les vitrages peuvent être nettoyés de manière classique avec une solution tiède d'eau légèrement savonneuse ou ajoutée d'un détergent domestique doux, en utilisant un tissu doux ou une éponge non abrasive pour enlever les saletés et les poussières.
- les surfaces sont ensuite rincées à l'eau froide et séchées avec un chiffon doux pour éviter les traces de gouttes d'eau.

Cependant, il convient :

- de ne pas utiliser d'agents nettoyants agressifs ou à forte concentration alcaline,
- de ne jamais gratter la plaque avec des raclettes, lames de rasoir ou autres instruments acérés.

## B. Résultats expérimentaux

a) Aptitude à la déformation et résistance à la pénétration de l'humidité

Essais effectués selon la méthode définie dans la norme NF P 78-455 sur des vitrages de dimensions 70 cm x 140 cm.

- Vitrage de composition 8.15.84/2 avec fixations SF (essais réalisés à partir d'une flèche  $f = 1/150$  de la portée entre dispositifs de fixation, rapport d'essai n° 26680).
- Vitrage de composition 8.15.8 avec fixations traversantes articulées (essais réalisés à partir d'une flèche  $f = 1/150$  de la portée entre dispositifs de fixation, rapport d'essais n°28897).
- Vitrage de composition 6.15.12 avec fixations type SF (essais réalisés à partir d'une flèche  $f = 1/75$  de la portée entre dispositifs de fixation).

b) Comportement aux effets du vent

- Vitrage de dimensions 1765 x 1490 mm et de composition 8.15.84.2 avec dispositifs de fixation type SF à 70 mm des bords (rapport d'essais n° 28681).
- Vitrages de dimensions 1970 x 1990 mm et de composition 10-15-10 avec dispositifs de fixation type SF à 70 mm des bords (rapport d'essais n° 29896).
- Vitrages avec axes de dispositifs de fixations traversantes avec rotules à 70 mm des chants (9 vitrages).

c) Comportement à rupture des vitrages PANORAMIC équipés de fixations traversantes type SFI (RE BV00-143).

d) Comportement des vitrages sous effets des efforts induits par les couples de serrage (RE BV00-242) dans le cas des plots de type SFI.

e) Comportement à rupture des vitrages PANORAMIC 19-15-66/4 équipés de fixations traversantes type SFI (RE BV00-391).

f) Résistance à la pénétration de l'humidité selon la procédure Pvi 121vi04, cas des 168 cycles sans UV, réalisés par le CEBTP (dossier B252.4.013) sur vitrages VIM PANORAMIC (composition 8.15.8, dimension 800 mm x 500 mm, intercalaire : ALU PRO pliable, équerres polyamide, tamis moléculaire Phonosorb 558 de GRACE, butyl JS 780 de PROSYTEC, scellement DC 3362 de DOW CORNING).

g) Résistance à la pénétration de l'humidité selon la procédure Pvi 121vi04, cas des 168 cycles, sans UV, réalisés par le CEBTP sur VIM PANORAMIC (dossier BE 87.9.2074) avec intercalaires ALU PRO, équerre polyamide, PHONOSORB 551, GD 115 et scellement DC 3362 HV (éprouvettes 800 mm x 500 mm 6/15/6).

h) Rapport d'essais BV10-929 concernant la détermination des rayons de courbure des vitrages VEA.

i) Rapport d'essais BV10-995 relatif aux déformations et à la tenue mécanique d'un vitrage VIM PANORAMIC 10/15/10 de 1 m x 4 m avec 6 fixations traversantes.

j) Rapport d'essais BV10-1093 relatif à la tenue mécanique d'un vitrage 10/15/10 de 1 m x 4 m avec une compression minimale de surface de 121 MPa.

k) Rapport d'essais GINGER CEBTP - Référence BEB7.A.2003 relatif à des essais de résistance de pénétration de l'humidité et mesure de taux en gaz sur des vitrages VIM PANORAMIC 800 mm x 500 mm, 6/15/6 comportant une fixation traversante dans un angle.

l) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec mesure de taux de gaz sur éprouvettes de vitrages VEA 500 mm x 800 mm 6.15.6 avec butyl GD 115, espaceur Profilglass, tamis moléculaire PHONOSORB 551 F sur 2 grands côtés et scellement DC 3362 HV avec une fixation traversante et selon rapport du CEBTP BEB7.C.2006 N°5.

## C. Références

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

Le produit (ou procédé) vitrages isolants **VIM PANORAMIC** ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration environnementale et Sanitaire (FDES).

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

### C.2 Autres références.

- Aquacenter de Dijon – Double vitrage feuilleté VIM PANORAMIC – La Toison d'Or (1989) 1150 m<sup>2</sup>.
- Centre de rééducation sportif de Capbreton – Double vitrage VIM PANORAMIC (1991) 800 m<sup>2</sup>.
- Bibliothèque à Brive la Gaillarde (1991) – Double vitrage feuilleté VIM PANORAMIC 300 m<sup>2</sup>.
- Hôtel Adagio à Noisy le Grand – Double vitrage VIM PANORAMIC (1992) 500 m<sup>2</sup>.

Air Inter Toulouse – Double vitrage VIM PANORAMIC (1993) 2000 m<sup>2</sup>.

- Gymnase de la Croix Chevalier à Blois – Double vitrage PANORAMIC (1993) 400 m<sup>2</sup>.
- Gare TGV à Lille.
- Hôtel Hilton à C.D.G. (1994) – Double vitrage VIM PANORAMIC 2000 m<sup>2</sup>.
- Pirelli à Saint Maurice – Double vitrage VIM PANORAMIC (1994) 350 m<sup>2</sup>.
- CEPME à MAISON ALFORT – Double vitrages VIM PANORAMIC (1996) 170 m<sup>2</sup>.
- LE NEWTON – Rueil 2000 – Double vitrages VIM PANORAMIC (1996) 110 m<sup>2</sup>.
- SOFONEG rue Cambon – Paris – Double vitrages VIM PANORAMIC (1996) 60 m<sup>2</sup>.
- LA BELLE JARDINIÈRE – Paris – Double vitrages VIM PANORAMIC (1997) 45 m<sup>2</sup>.
- Rue Pomereu – Paris – Double vitrages VIM PANORAMIC (1997) 60 m<sup>2</sup>.
- Piscine au Plessis Robinson – Double vitrages VIM PANORAMIC (1998) 370 m<sup>2</sup>.
- RATP – Siège du Tramway des Maréchaux Sud – rue du Général Lucotte. Paris (2005) 172 m<sup>2</sup>.
- Hall exposition garage LEXUS – Villeneuve d'Ascq (2007) 150 m<sup>2</sup>.

---

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

# Figures du Dossier Technique

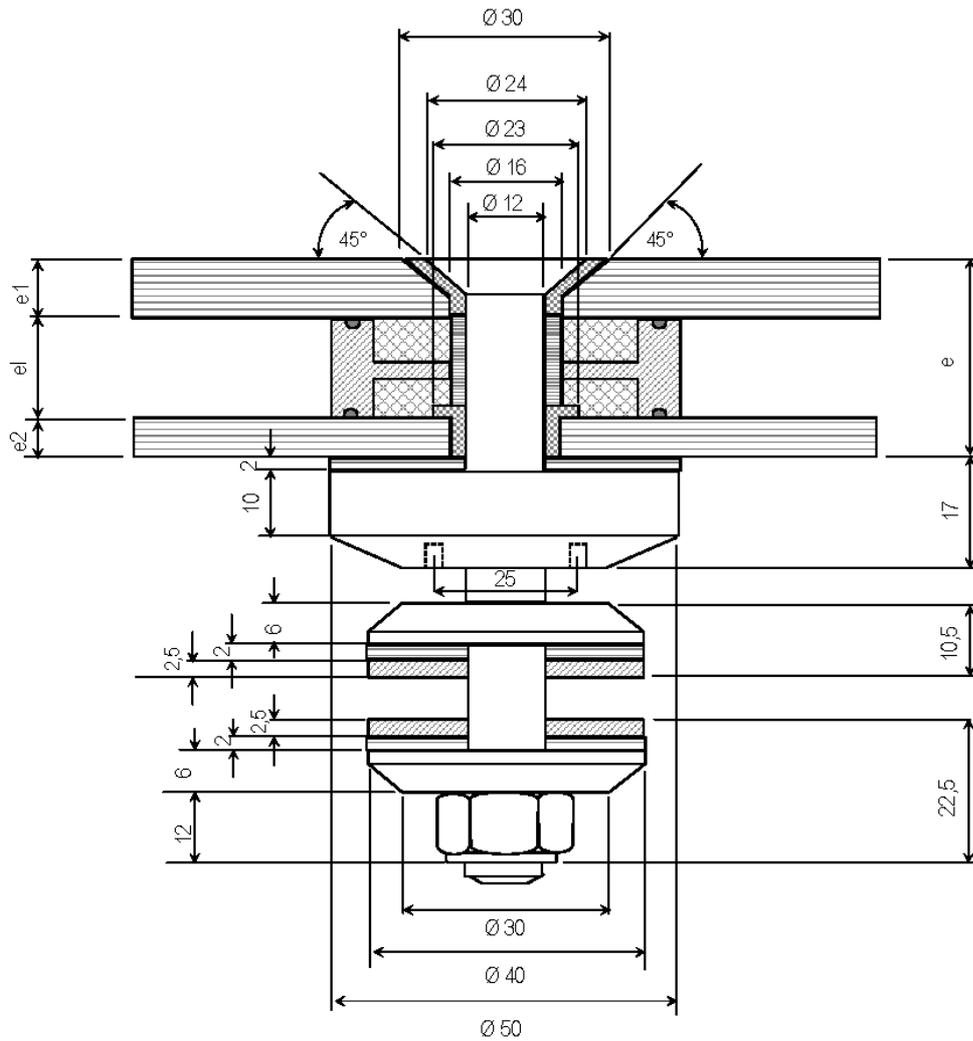


Figure 1 -Dispositif de fixation du plot « SFI »sur double vitrage - Cotation

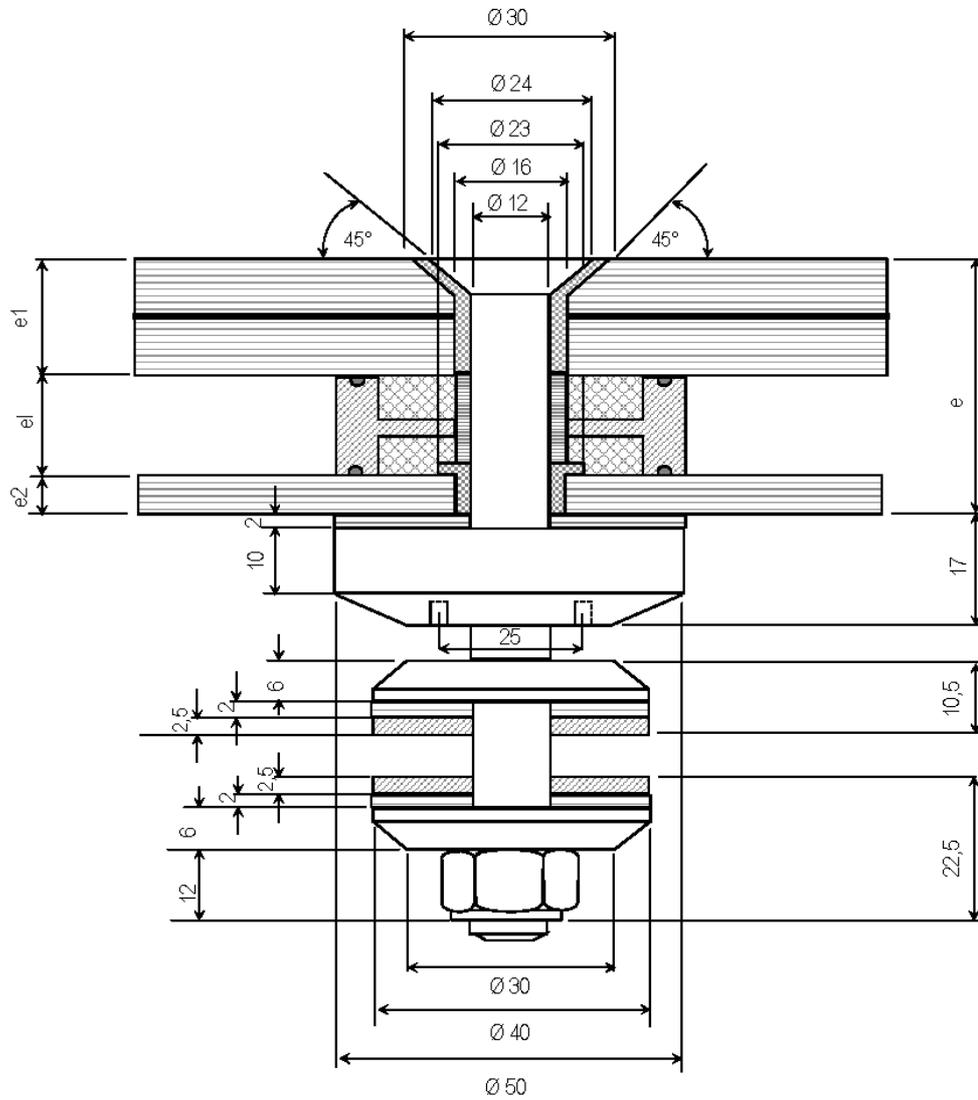
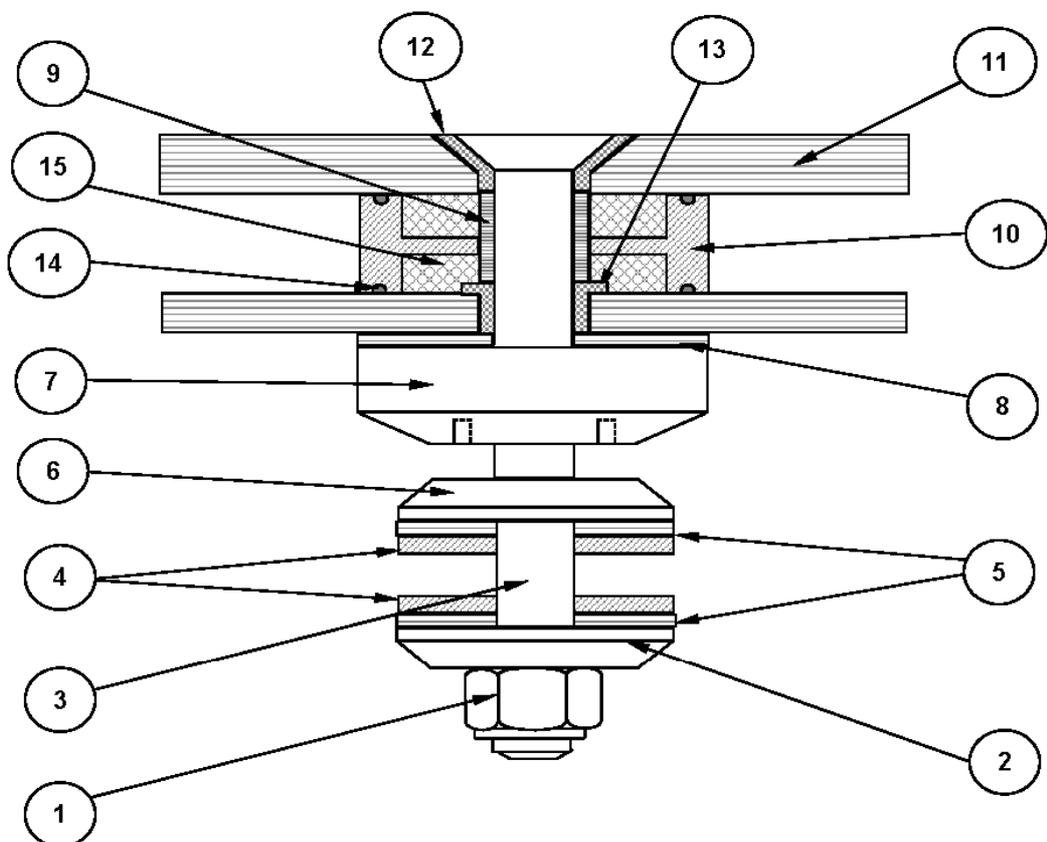
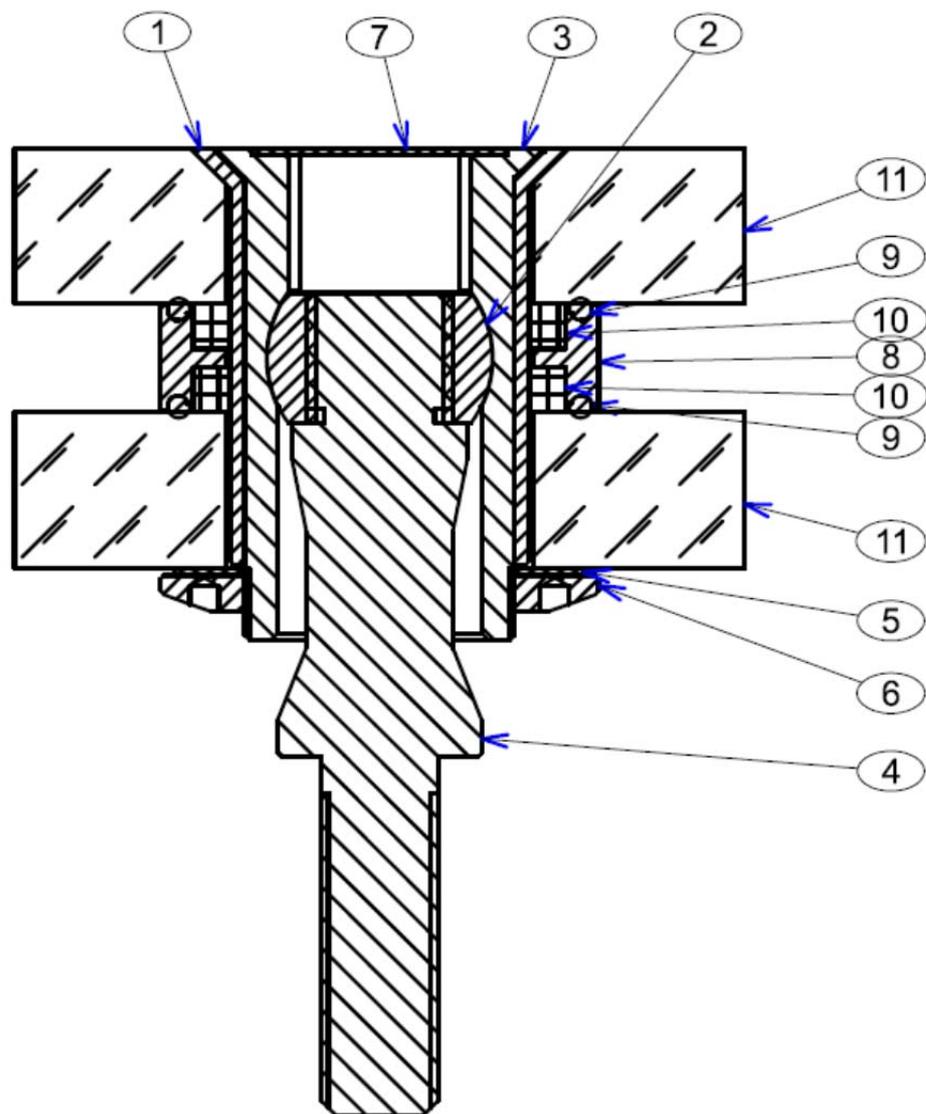


Figure 2 - Dispositif de fixation du plot « SFI » sur double vitrage comportant un composant feuilleté



Rep.	Désignation	Matière	Rep.	Désignation	Matière
<b>1</b>	Ecrou frein	Inox 1.4404	<b>9</b>	Tube étanchéité	Silicone
<b>2</b>	Rondelle	Inox 1.4404	<b>10</b>	Intercalaire	Aluminium
<b>3</b>	Vis de fixation	Inox 1.4404	<b>11</b>	Vitrage	Verre
<b>4</b>	Rondelles	Inox 1.4404	<b>12</b>	Bague	P.T.F.E.
<b>5</b>	Rondelles	Silicone	<b>13</b>	Butée	P.T.F.E.
<b>6</b>	Ecrou	Inox 1.4404	<b>14</b>	Joint	Viton
<b>7</b>	Ecrou	Inox 1.4404	<b>15</b>	Etanchéité	Silicone
<b>8</b>	Rondelles	Silicone			

Figure 3 – Dispositif de fixation du plot « SFI » sur double vitrage - Nomenclature



Rep	Désignation	Matière
1	Bague fraisée	Aluminium 150 brut ou rilsanisé
2	Rotule	Inox x2 Cr Ni Mo 17.12.2
3	Siege de rotule	Inox x2 Cr Ni Mo 17.12.2
4	Axe	Inox x2 Cr Ni Mo 17.12.2
5	Rondelle	Delrin
6	Ecrou	Inox x2 Cr Ni Mo 17.12.2
7	Couvercle	Inox x2 Cr Ni Mo 17.12.2
8	Intercalaire	Aluminium
9	Joint torique	Viton Ø52 x Ø3
10	Joint d'étanchéité	Silicone
11	Vitrage	Verre

Figure 4 - Dispositif de fixation du plot « R » vitrage isolant - Nomenclature

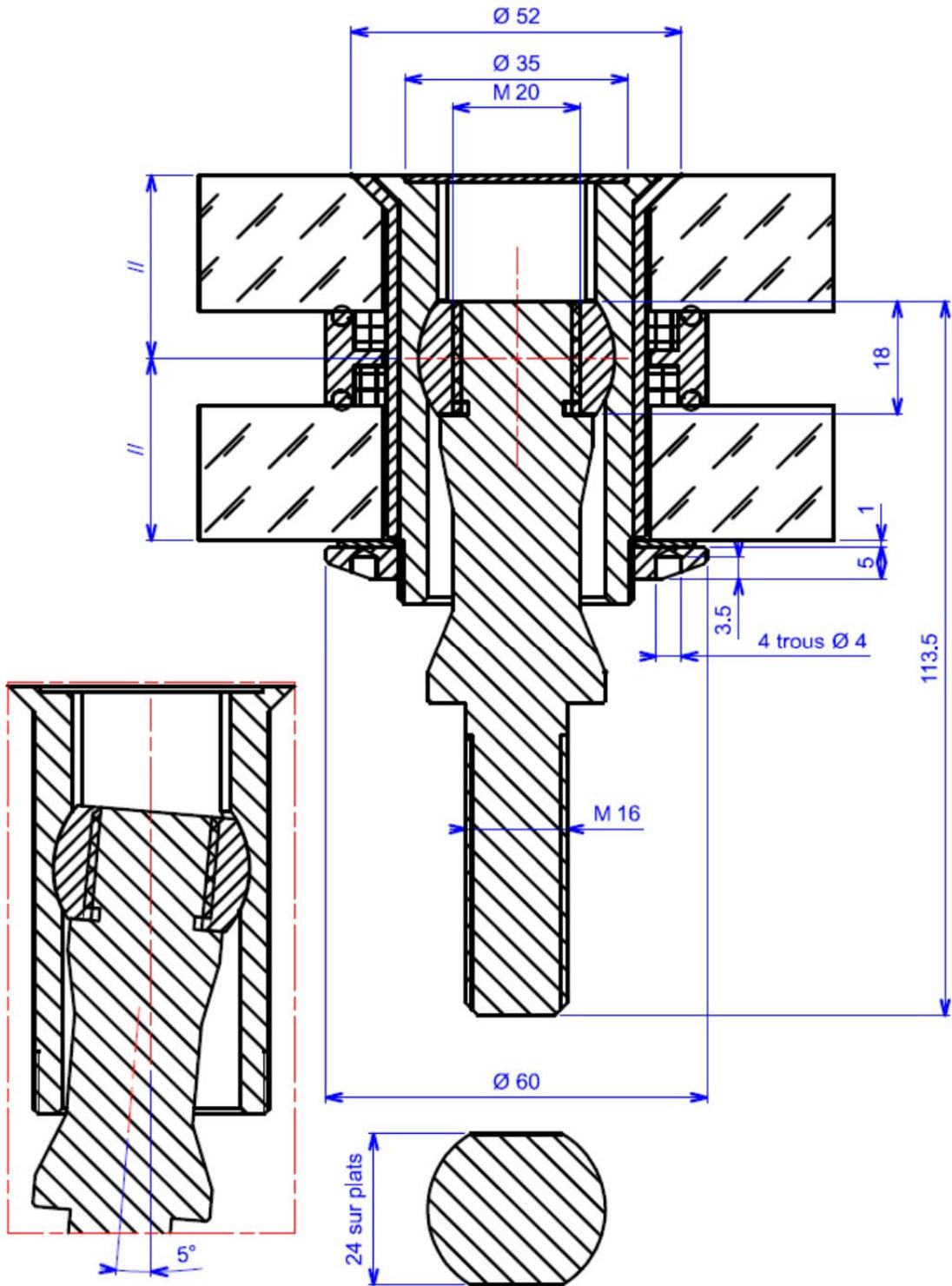
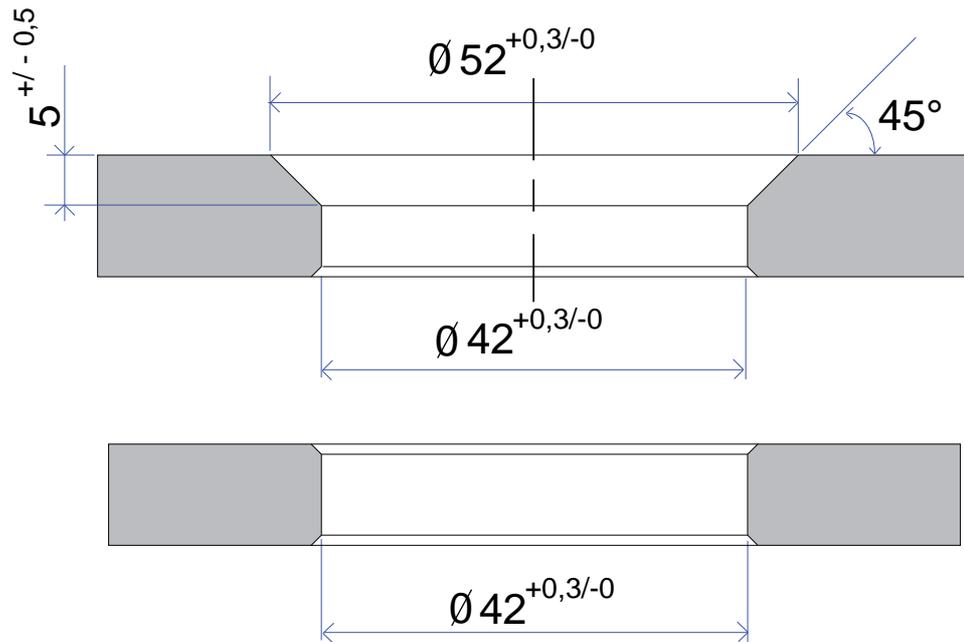


Figure 5 –Cotation fixation du plot « R » vitrage isolant (côtes en mm)

## DOUBLE VITRAGE



## DOUBLE VITRAGE avec 2 faces feuilletés

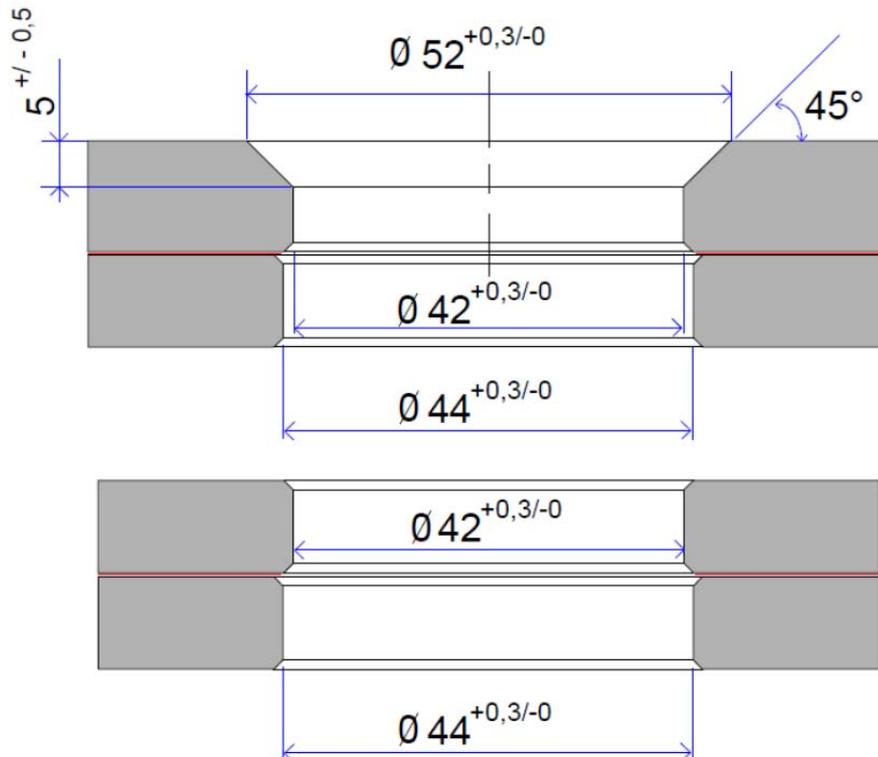
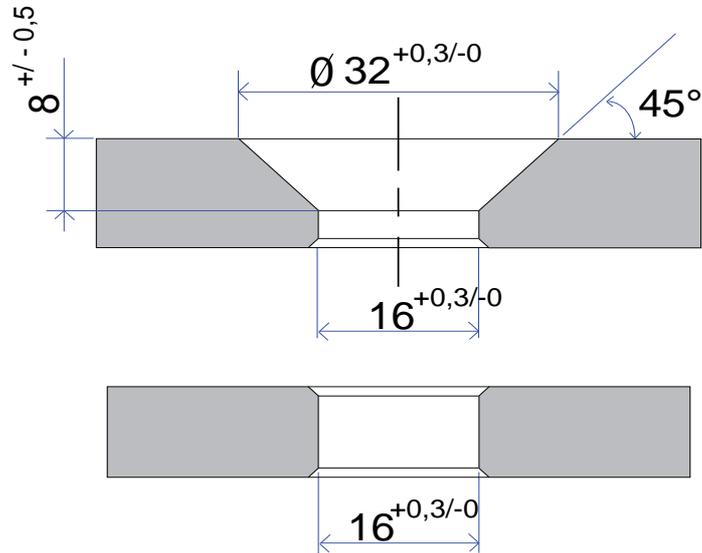


Figure 6 - Détail des perçages des plots « R »

# DETAILS DES PERCAGES PLOTS "SFI"

## DOUBLE VITRAGE



## DOUBLE VITRAGE avec une face feuilleté

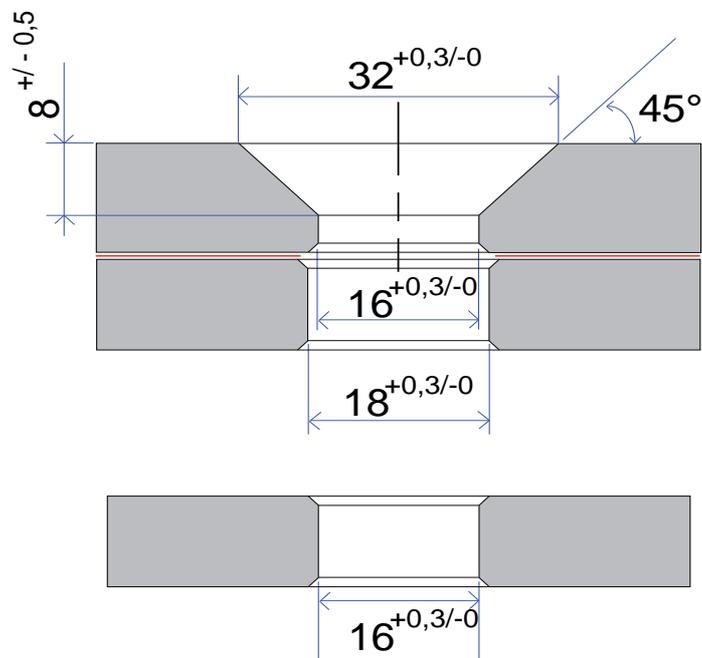


Figure 7 – Détails des percages des plots « SFI »