

Sur le procédé

VECAFIX-VEA

Famille de produit/Procédé : Système de vitrage extérieur attaché

Titulaire(s) : **Société SECM**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 2.1 - Produits et procédés de façade légère

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	<p>Il s'agit de la 5ème révision.</p> <p>Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout d'un transformateur de vitrages ; • Mise à jour des numéros d'AT des vitrages Point-S et Point-D ; • Mise à jour de la nouvelle trame de l'Avis Technique. <p>La précédente révision intégrait les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le remplacement de l'attache AT01 en aluminium par l'attache AT01 en acier inoxydable ; • l'ajout de précisions sur les AT01-100 ; • la mise à jour du paragraphe thermique ; • l'ajout des paragraphes «Données environnementales». 	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric

Descripteur :

Le présent l'Avis Technique est relatif aux ouvrages en Verres Extérieurs Attachés (VEA), réalisés à partir d'une ossature intérieure ou extérieure pour pans de verre verticaux ou inclinés dont les produits verriers sont fixés par des dispositifs ponctuels traversants.

Le procédé comprend les pattes d'attache avec les dispositifs spécifiques de liaison sur la structure du bâtiment et utilise des vitrages avec dispositifs de fixation traversant :

- bénéficiant des Avis Techniques SAINT GOBAIN GLASS France :
 - procédé SGG POINT-S n° 6/15-2279_V2 intitulé POINT S pour les vitrages simples monolithiques ou feuilletés,
 - procédé SGG POINT-D n° 6/15-2280_V2 intitulé POINT D pour les doubles vitrages.
- ou étant conformes aux spécifications du présent Avis Technique.

Dans le cadre du présent Avis Technique, les fixations ponctuelles articulées sont fournies par SECM et sont de type M16, ou encore M18 pour certains cas de charge, à queue réglable (référence avec extension R).

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	4
1.2.2.	Durabilité.....	5
1.2.3.	Impacts environnementaux.....	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation.....	6
2.1.1.	Coordonnées.....	6
2.1.2.	Identification.....	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception.....	10
2.3.1.	Généralités.....	10
2.3.2.	Systèmes de liaison à l'ossature primaire.....	11
2.3.3.	Principe technologique.....	11
2.3.4.	Vitrages.....	12
2.3.5.	Fixations ponctuelles.....	14
2.3.6.	Attaches.....	14
2.3.7.	Interface composants/structure réceptrice.....	17
2.3.8.	Étanchéité de la paroi vitrée.....	17
2.3.9.	Homogénéité du pan de verre.....	17
2.3.10.	Dimensionnement.....	17
2.3.11.	Sismique.....	19
2.3.12.	Thermique.....	19
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	20
2.4.1.	Champs d'utilisation.....	20
2.4.2.	Mise en œuvre et contrôle.....	20
2.4.3.	Transport, manutention et stockage des vitrages.....	20
2.4.4.	Préparation finale du produit avant mise en œuvre.....	20
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	21
2.6.	Traitement en fin de vie.....	21
2.7.	Assistance technique.....	21
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	21
2.8.1.	Indentification et traçabilité.....	21
2.8.2.	Vitrages.....	22
2.8.3.	Attaches.....	22
2.9.	Mention des justificatifs.....	23
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	23
2.9.2.	Références chantiers.....	23
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	24

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Cet Avis est formulé pour les utilisations en France Métropolitaine. Les conditions d'exposition sont celles pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression d'Etat Limite de Service est inférieure ou égale à la capacité maximale des composants du système.

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs, les zones sismiques visées et les catégories de bâtiment sont celles définies au paragraphe 2.3.11 du dossier technique, en considérant la limite de déplacement entre étages pour les éléments non structuraux composés de matériaux fragiles.

1.1.2. Ouvrages visés

Les ouvrages visés par cet Avis sont les bâtiments dont la destination permet d'accepter la possibilité d'infiltration d'eau tel que précisé dans le Cahier du CSTB « Vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un Avis Technique – Conditions générales de Conception, de fabrication et mise en œuvre » dit Cahier des Prescriptions Techniques VEA du CSTB 3574-V2.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Les pans de verres ne participent pas à la stabilité du bâtiment laquelle incombe à la structure de celui-ci.

Sous les combinaisons de charges à l'état limite de service, définies dans le Cahier des Prescriptions Techniques VEA du CSTB n°3574-V2, les déformations maximales des volumes verriers sont limitées au 1/100ème pour les vitrages simples monolithiques et feuilletés et 1/150ème pour les doubles vitrages et de la distance entre deux fixations consécutives correspondant au bord le plus déformé et le déplacement maximal d'un point quelconque du vitrage par rapport aux attaches ne peut dépasser 50 mm.

La limitation des contraintes au droit des points de fixation, les jeux prévus sur les attaches, les dispositions d'immobilisation de ces dernières et le choix des vitrages conformément à cet Avis Technique et aux Avis Techniques POINT S et POINT D, permettent de considérer que la stabilité propre des pans de verre est assurée sous l'action des sollicitations climatiques, du poids des vitrages et, d'autre part, en cas de défaillance accidentelle d'un volume verrier.

1.2.1.2. Sécurité aux chutes

Le système VECAFIX™-VEA peut assurer la sécurité vis-à-vis des chocs de sécurité en réalisant un essai au cas par cas conformément à l'annexe B du cahier 3574-V2 en considérant le sens d'exposition aux chocs du système.

1.2.1.3. Sécurité en cas d'incendie

La réaction au feu de la paroi est donnée par celle des vitrages.

La paroi vitrée ne présente aucun caractère de stabilité au feu.

1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Ces systèmes, étant destinés à des parois de bâtiments sur plusieurs niveaux, et nécessitant une précision de mise en œuvre importante, il est conseillé d'utiliser des engins de poses adéquats de type nacelle élévatrice et chariot télescopique de levage équipé d'un palonnier à ventouses. Les poseurs pourront ou devront être titulaires d'une formation de travaux en hauteur et devront être équipés des EPI réglementaires et titulaires des cas adéquats.

1.2.1.5. Isolation thermique

Dans le cas où le procédé est utilisé en rénovation thermique de bâtiments existants telle que définie dans l'arrêté du 3 Mai 2007 et son modificatif du 22 mars 2017 (RT existant élément par élément) ou l'arrêté du 13 Juin 2008 (RT existant globale), le respect des caractéristiques thermiques minimales (facteur solaire et coefficient de transmission surfacique) imposées dans ces réglementations est à vérifier au cas par cas.

Dans le cas où le procédé est utilisé en construction neuve telle que définie dans l'arrêté du 4 Août 2021 (Règlementation environnementale RE2020) :

- le facteur solaire des baies, à l'exception des locaux à occupation passagère, doit être inférieur ou égale à la valeur donnée dans le tableau à l'article 24.
- la RE2020 n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois.

- les caractéristiques thermique U, S et TL des parois interviennent comme données d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio), de la consommation globale (Cep) et de l'indicateur de confort (DH) du bâtiment pour lesquels les arrêtés de la RE2020 fixent une exigence réglementaire. U, S et TL sont déterminés selon les règles Th-bat 2020 (Annexe IV de l'arrêté de la RE2020)

Dans le cas où la RE2020 ne s'applique pas aux types de bâtiments dans lequel le procédé est employé, les exigences de la RT 2012 définies dans les arrêtés du 26 Octobre 2010 et du 28 Décembre 2012 s'appliquent.

1.2.1.6. Etanchéité

L'étanchéité à l'eau est correctement assurée moyennant un entretien des garnitures d'étanchéité en mastic.

1.2.2. Durabilité

Les matériaux employés pour la réalisation des attaches et des ossatures permettent d'assurer une résistance à la corrosion satisfaisante quelque soient les ambiances intérieures et atmosphères extérieures avec les dispositions particulières définies dans le tableau 2 du dossier technique.

La conception des attaches, prévoyant des jeux fonctionnels est de nature à permettre l'expression des mouvements différentiels entre vitrages et entre vitrages et ossature.

Comme pour toute paroi en VEA, l'étanchéité à l'eau est réalisée par simple barrière (mastic sur fond de joint en partie courante, profilé à soufflet en rive). Toute dégradation de celle-ci pourra être à l'origine d'infiltration d'eau sans être préjudiciable compte tenu du domaine d'emploi accepté.

Le système permet la dépose et le remplacement isolément d'un vitrage accidentellement dégradé

1.2.3. Impacts environnementaux

1.2.3.1. Données environnementales

Le procédé VECAFIX™-VEA ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

1.2.3.2. Aspects sanitaires

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

Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Concernant la possibilité d'un dimensionnement de l'ossature avec un critère de flèche de 1/100ème, le Groupe Spécialisé tient à préciser qu'un tel dimensionnement pourrait créer un sentiment d'insécurité dû aux mouvements visibles du pan de verre et ceci d'autant plus que les portées sont importantes.

Le dimensionnement des vitrages POINT-S et POINT-D est réalisé conformément aux Avis Techniques POINT-S et POINT-D en cours de validité et le dimensionnement des vitrages VECAFIX™ est réalisé selon le cahier CSTB 3574-V2. Une validation par le CSTB des note de calcul de dimensionnement des vitrages VECAFIX™ devra être réalisée pour les chantiers.

Par ailleurs, une attention particulière devra être apportée sur le réglage de la tension des câbles et sur les contrôles en cours et après mise en œuvre.

Dans le cas où les vitrages sont mis en œuvre en paroi inclinée, la présence d'un vitrage feuilleté en sous face est obligatoire, de même que l'utilisation des fixations ponctuelles avec une platine de sécurité.

L'Avis Technique ne vise pas la mise en œuvre des vitrages en drapeau.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : SECM

ZAE des Champs Coudions

11 rue du Pecloz

FR-74150 Rumilly

Tél. : 04 50 18 24 95

Fax : 04 50 18 24 99

E-mail : secm@secm.fr

Internet : www.secm.fr

2.1.2. Identification

Les vitrages et les fixations sont marqués conformément à l'Avis Technique les concernant.

Les attaches et les dispositifs spécifiques de liaison sont livrés avec un conditionnement identifié par la marque SECM et la référence de l'article.

2.2. Description

Le procédé, décrit en détail dans ce qui suit, présente différentes solutions pour la mise en œuvre de pans de verre verticaux ou inclinés avec ossatures intérieures ou extérieures et dont les vitrages sont maintenus par des fixations ponctuelles traversantes.

Les vitrages simples ou doubles, peuvent être équipés de fixations ponctuelles affleurantes ou avec platine de sécurité. Dans tous les cas pour ces vitrages, le verre et ses fixations ponctuelles forment un ensemble indissociable

Les attaches (éléments de liaison à l'ossature des pans de verre équipés de leurs fixations ponctuelles (et les dispositifs d'étanchéité de la paroi vitrée (entre vitrages et en périphérie) sont inclus dans le procédé.

Le procédé est généralement complété pour le transfert des sollicitations (charges climatiques et dynamiques et poids propre) pour former un des 3 systèmes de base dont les principes fonctionnels sont indiqués dans le Tableau 1.

Systeme	S1	S2	S3
Mode de reprise du poids propre des vitrages	Par attaches fixées sur connecteur (HMX, Oméga I ou II) ou directement sur l'ossature	Par attaches fixées sur câble vertical	Par attaches fixées sur câbles verticaux et/ou horizontaux
Mode de reprise des efforts du vent		Par attaches fixées sur connecteur (Sigma I ou II)	

Tableau 1 – Mode de reprise des efforts

Une combinaison de ces trois systèmes est possible pour un ouvrage donné.

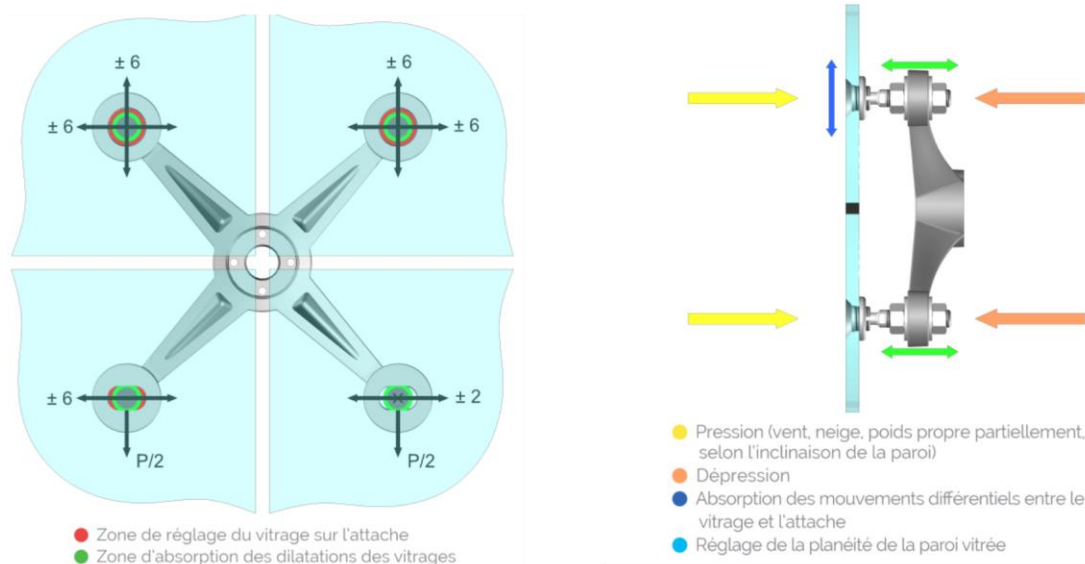


Figure 1 – Schéma statique de fonctionnement des panneaux de verres (dilatation, reprise des charges)

2.2.1. Caractéristiques des composants

2.2.1.1. Produits verriers

Les dispositions spécifiques des composants verriers des vitrages VECAFIX®-S sont précisées au paragraphe 2.3.4.

2.2.1.1.1. Vitrages VECAFIX™-S

- Verres VECAFIX™-S

Les verres VECAFIX™-S sont fabriqués avec les produits verriers plans suivants :

- verre clair ou extra-claire, conforme à la norme NF EN 572,
- verre coloré ou teintée, conforme à la norme NF EN 572,
- verre à couche classe A, conforme à la norme NF EN 1096,
- verre émaillé par différents procédés de sérigraphie conforme à la norme NF EN 14179-1,
- verre trempé et traitée HST, conforme aux normes NF EN 12150-1 et NF EN 14179-1.

Les composants verriers, conformes à la norme NF EN 14179-1, subissent un traitement thermique spécifique caractérisé par une mesure de contrainte de compression de surface du composant selon la norme NF EN ISO 12540.

Il est possible d'avoir des verres émaillés par vitrification selon différents modes de dépôt : rouleau ou écran ou par impression digitale, etc. Ces verres sont nécessairement trempés et traités HST.

Les sites des transformateurs verriers ont fait l'objet d'un audit initial par le CSTB dans le cadre de cet Avis Technique, voir Tableau 7 en annexe.

- Intercalaire traditionnel PVB
Les intercalaires PVB clair ou coloré des vitrages feuilletés sont constitués de plusieurs films d'épaisseur constante de 0,38 mm ou 0,76mm. Les assemblages PVB sont toujours réalisés avec des films du même type : fabricant et gamme de coloris.
- Intercalaire SentryGlas®
L'intercalaire SentryGlas® de Kuraray, sous Document Technique d'Application, utilisé dans les vitrages feuilletés est constitué par une plaque d'épaisseur 1.52mm (ou 2 plaques de 0.89mm) ou deux films d'épaisseur 0.76mm (ou 2 films de 0.89mm).
- Feuilleté VECAFIX™-S
Les feuilletés VECAFIX™-S sont fabriqués à partir des verres VECAFIX™-S, une verre à trous fraisés et une verre à trous cylindriques, et des intercalaires présentés ci-dessus, il s'agit de :
 - verre feuilleté avec intercalaire PVB, conforme à la norme NF EN 14449,
 - verre feuilleté, avec intercalaire SentryGlas® conforme à la norme NF EN 14449 et au Document Technique d'Application de l'intercalaire SentryGlas®.

Transformateurs verriers	Vitrage VECAFIX-S Monolithique et glaces VECAFIX pour feuilleté VECAFIX-S				Feuilleté VECAFIX-S assemblage PVB avec côté intercalaire :				Feuilleté VECAFIX-S assemblage SentryGlas avec côté intercalaire :			
	Façonnage perçage	Séigraphie Traditionnelle	Impression Digitale	Trempe et HST	Verre float	Verre à couche (classe A)	Verre avec Sérig. Trad.	Verre avec Imp. Digit.	Verre float	Verre à couche (classe A)	Verre avec Sérig. Trad.	Verre avec Imp. Digit.
SGVB-Coutras	√	√	√	√	√	√						
GLASSFER	√	√	√	√	√	√						
SECM					√	√(1)	√(1)	√(1)	√	√	√	√

√(1) = pourra nécessiter des essais complémentaires au cas par cas selon les caractéristiques de la séigraphie ou la couche du projet conformément au cahier 3818-V1

Tableau 7 - Liste des sites transformateurs fabricant de vitrages VECAFIX®-S audités par le CSTB

2.2.1.1.2. Vitrages POINT-S et POINT-D

Il s'agit des produits verriers Saint-Gobain conformes aux Avis Techniques :

- 6/15-2279_V2 intitulé POINT S pour les vitrages simples monolithiques ou feuilletés ;
- 6/15-2280_V2 intitulé POINT D pour les doubles vitrages.

2.2.1.2. Fixations ponctuelles

Dans le cadre du présent Avis Technique toutes les fixations ponctuelles articulées sont fournies exclusivement par SECM. Ces fixations ponctuelles sont pourvues d'une queue réglable M16 (cette queue réglable peut être M18 pour certains cas de charge très élevée).

2.2.1.2.1. Fixations ponctuelles type VSM/36 et VSL/36 affleurantes pour VECAFIX™-S

Elles sont préconisées pour les parois verticales et pour les parois inclinées avec vitrages supportés (dans ce dernier cas, utilisation de vitrages feuilletés uniquement) ; voir Figure 29.

Elles ont la face de l'insert à tête fraisée sur le même plan que la face 1 du vitrage et sont constituées par les éléments suivants présentés dans la Figure 8 :

- une bague conique intercalaire, repère 1, en aluminium AW5754 anodisé (État H111 recuit, anodisation sulfurique de classe II A) interposée entre le vitrage et l'insert à tête fraisée décrit ci-après,
- une rotule constituée d'un insert à tête fraisée, repère 2, en acier inoxydable 1.4404, et d'un axe à tête sphérique, repère 3, en acier inoxydable 1.4418,
- une rondelle intercalaire, repère 4, en polyéthylène noir (densité 0,95, allongement à rupture 300%, dureté Shore D (63) interposée entre le vitrage et l'écrou de serrage ci-dessous décrit,
- un écrou de serrage arrière, repère 5, en acier inoxydable 1.4404 permettant le serrage sur le vitrage,
- des rondelles d'appui, repère 6, et des écrous hexagonaux, repère 7, en acier inoxydable de type A2 (nuance 1.4301) au minimum pour la liaison avec l'ossature par l'intermédiaire des satellites d'attaches ou plaques.

2.2.1.2.2. Fixations ponctuelles type VSLP/36 avec platine de sécurité pour VECAFIX™-S

Elles sont conçues pour une utilisation en paroi inclinée avec vitrages suspendus (vitrages feuilletés uniquement) ; voir Figure 29. Elles sont présentées dans la Figure 9 elles reprennent les composants de la fixation ponctuelle affleurante, et sont complétées par :

- une rondelle de compensation, repère 8, en EPDM noir (dureté 70 Shore A) interposée entre le vitrage et la platine ci-dessous décrite,
- une platine de sécurité, repère 9, en acier inoxydable 1.4404.

2.2.1.2.3. Fixations ponctuelles des vitrages POINT-S et POINT-D

Les fixations ponctuelles articulées sont fournies exclusivement par SECM et sont conformes aux Avis Techniques :

- 6/15-2279_V1 intitulé POINT -S pour les vitrages simples monolithiques ou feuilletés ;
- 6/15-2280_V1 intitulé POINT -D pour les doubles vitrages.

2.2.1.2.4. Déflecteur d'eau pour fixations ponctuelles

Dans le cas d'une ossature extérieure, il est recommandé d'ajouter une protection de la fixation ponctuelle.

En paroi inclinée avec vitrage suspendu (structure au-dessus du vitrage) un déflecteur d'eau en aluminium anodisé peut être utilisé, voir Figure 10.

En paroi verticale avec ossature extérieure, une protection peut être envisagée au cas par cas.

2.2.1.2.5. Liaison à la structure d'accueil

La liaison de la fixation ponctuelle à la structure d'accueil se fait par l'intermédiaire de l'axe à tête sphérique.

Pour assurer le maintien en position de la fixation ponctuelle, et afin de sécuriser la paroi vitrée, il est préconisé l'utilisation d'au moins une des alternatives suivantes pour les écrous hexagonaux :

- frein filet Loctite 2701, ou frein filet fort équivalent, pour chaque écrou hexagonal,
- utilisation d'écrou auto-freiné ayant des caractéristiques d'anti-grippage et d'anti-dévisage.

Pour les parois inclinées avec vitrages suspendus, l'écrou supérieur, au minimum, doit être un écrou auto-freiné avec caractéristique anti-grippage et anti-dévisage. Il devra être mis en place pour chaque fixation ponctuelle afin de confirmer la sécurité de l'ouvrage.

2.2.1.3. Visserie

La visserie en acier austénitique inoxydable de classe A2-70 est utilisée dans les cas courants. La classe A4 sera le minimum requis pour les ouvrages situés dans des zones dont l'atmosphère est réputée agressive. Pour la protection contre la corrosion, se référer au paragraphe 2.2.2.5.

2.2.1.4. Attaches

Les attaches sont constituées d'une à quatre branches. Chaque branche comporte un satellite avec un trou oblong ou un trou rond destinée à recevoir un des dispositifs de fixation ponctuelle des vitrages. De plus, dans certains cas, des attaches munies de bras courts sont prévues. Le principe de codification des attaches par SECM selon le nombre de bras et les types et orientations des trous dans les satellites est donné Figure &é.

Les caractéristiques des attaches sont données ci-dessous et dans les figures correspondantes.

2.2.1.4.1. Modèle AT-01.51-I (cf. Figure 13)

- Acier inoxydable de nuance 1.4462 selon la norme NF EN 10088-1 (*).
- Mode de transformation : fonderie.
- Finition : microbillage ou thermo-laquage.

2.2.1.4.2. Modèle AT-01.100-I (cf. Figure 14)

Acier inoxydable de nuance 1.4462 selon la norme NF EN 10088-1 (*).

Mode de transformation : fonderie.

Finition : microbillage ou thermolaquage

2.2.1.4.3. Modèle AT-03 (cf. Figure 15)

- Acier inoxydable de nuance 1.4404 selon NF EN 10088-1 (*).
- Volumes de base obtenus par usinage puis assemblés par soudage TIG (**).
- Finition : brossage ou polissage.

2.2.1.4.4. Modèle AT-04 (cf. Figure 16)

- Acier inoxydable de nuance 1.4462 selon NF EN 10088-1.
- Mode de transformation : découpe, pliage.
- Finition : brossage ou polissage ou microbillage ou thermolaquage.

2.2.1.4.5. Modèle AT-05 (cf. Figure 17)

- Acier de nuance S235 selon NF EN 10025-2 ou acier inoxydable de nuance 1.4462 selon NF EN 10088-1.
- Mode de transformation : découpe.
- Finition : brossage ou polissage ou thermolaquage avec ou sans métallisation.

Nota :

(*) : Les attaches peuvent aussi être fabriquées dans une matière possédant une plus grande résistance mécanique et/ou une meilleure protection contre la corrosion (cf. paragraphe 2.2.2.5).

(**) : Pour une nuance d'acier offrant une plus grande résistance, l'attache peut être moulée.

Le polissage électrolytique et le polissage miroir sont recommandés lorsqu'une protection contre la corrosion en milieu reconnu comme agressif est nécessaire.

La nomenclature des différents modèles d'attaches, présentant les caractéristiques possibles des attaches, est donnée dans la Figure 18.

2.2.1.4.6. Pièces associées

Les pièces associées aux attaches telles celles du dispositif anti-rotation pour le montage en aveugle (cf. Figure 18) et autres pièces selon le procédé de liaison à l'ossature choisi (voir paragraphe 2.3.2) doivent avoir des caractéristiques équivalentes aux attaches (voir paragraphes ci-dessus et paragraphe 2.2.2. 54 Eléments2.3).

2.2.2.5. Protection anticorrosion

Pour une utilisation en milieu chloré ou reconnu comme particulièrement agressif (piscine, front de mer et autres), une protection anticorrosion, présentée dans le Tableau 2 ci-après, est envisagée comme suite :

- Pour les fixations ponctuelles articulées la protection se fait sur la face exposée au corps de rotule et si nécessaire sur les autres éléments de la fixation ;
- Pour les attaches, les modèles en acier inoxydable reçoivent :
 - Un polissage électrolytique ou un polissage miroir ;
 - Et/ou une décontamination et passivation.
 - Pour les autres composants, une nuance d'acier garantissant une forte résistance à la corrosion est utilisée.

Les pièces d'acier dont la référence est suivie d'un (*) indique une nuance d'acier 1.4539 selon la norme NF EN 10088-1.

Face de la fixation ponctuelle : seul élément exposé	Intégralité de la fixation ponctuelle exposée
Polissage miroir sur la face extérieure du corps de rotule ou corps de fixation ou Changement de nuance d'acier (1.4539) du corps de rotule ou corps de fixation extérieur	Polissage miroir sur la face extérieure du corps de rotule ou corps de fixation ou Changement de nuance d'acier (1.4539) du corps de rotule ou corps de fixation extérieur ET Polissage électrolytique des autres éléments de la fixation ponctuelle

Tableau 2 - Protection anticorrosion des fixations ponctuelles articulées

De plus, pour la visserie, la nuance A4 sera le minimum requis pour les ouvrages situés dans des zones dont l'atmosphère est réputée agressive. Il est recommandé d'utiliser la nuance d'acier 1.4539 selon la norme NF EN 10088-1, dans le cas où les fixations sont à l'extérieur en milieu reconnu agressif.

2.2.1.5. Etanchéité de la paroi vitrée

L'étanchéité de la paroi vitrée est illustrée dans les Figures 20 à 23, elle s'effectue entre vitrages, en périphérie et en feuillure si applicable.

2.2.1.5.1. Etanchéité entre vitrages

L'étanchéité entre vitrages est assurée par la combinaison de deux produits, voir Figure 21, pour les simples vitrages, et Figure 22 pour les doubles vitrages.

- Côté intérieur : profilés extrudés en silicone conformes à la norme NF EN 12365, produits par Saint-Gobain Performance Plastics, ou équivalent. Le profilé sert de fond de joint et le modèle est choisi en fonction de l'épaisseur du produit verrier. Les lèvres de ce fond de joint sont collées sur les faces intérieures des vitrages contigus à l'aide de la colle silicone neutre, SK6000 fournie par Saint-Gobain Performance Plastics, ou équivalente.
- Côté extérieur : mastic silicone bas module sous label SNJF de classe 25E (type DC791 de chez Dow Corning ou équivalent), assurant l'étanchéité. Il doit être dimensionné conformément à la norme NF DTU 44.1.

2.2.1.5.2. Etanchéité en périphérie

L'étanchéité en périphérie est illustrée Figure 23, elle se fait par l'utilisation d'un joint alvéolaire en profilé silicone extrudé conforme à la norme NF EN 12365, produit par Saint-Gobain Performance Plastic, ou équivalent. Les lèvres du profilé forment une rainure d'accueil des chants du vitrage. Il existe 2 configurations :

- Configuration vitrages/gros-œuvre : profilé possède sur un côté des rainures d'accueil des chants du vitrage et est conçu de l'autre côté pour être fixé au gros œuvre par un profil plat en aluminium, en acier laqué ou traité anticorrosion, ou encore en acier inoxydable.
- Configuration vitrages/vitrages : profilé possédant des rainures d'accueil sur les deux côtés.

Les rainures d'accueil des chants du vitrage sont collées sur les faces principales du vitrage avec de la colle silicone neutre, de type SK6000 fournie par Saint-Gobain Performance Plastics, ou équivalente.

Suivant les configurations de l'ouvrage, le joint alvéolaire peut être substitué par un profil type « feuillure » dimensionné conformément à la norme NF DTU 39.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

Le Cahier des Prescriptions Techniques communes est constitué par le chapitre correspondant du Cahier des Prescriptions Techniques VEA du CSTB 3574-V2 et notamment pour :

- la compatibilité de l'ouvrage VEA avec la structure,
- le choix et le dimensionnement des produits verriers,
- le dimensionnement des dispositifs de fixation,
- la satisfaction aux exigences de durabilité,

- la limitation des efforts sur le système de scellement des vitrages.

De plus :

- Les charges admissibles par bras des attaches sont telles que :
 - les déformations sous chargement à l'ELS sont inférieures à 1 mm pour des efforts appliqués parallèlement et perpendiculairement aux vitrages,
 - lorsqu'elles sont pondérées, elles ne provoquent pas un dépassement de la limite élastique du matériau de l'attache.
- Les déformations locales des attaches (et de leurs connecteurs HMX ou Omégas associés) sous les combinaisons de charges non pondérées devront être inférieures à 1 mm.
- Les déformations dans le plan des pans de verre, dues aux mouvements différentiels des ossatures et à la dilatation des produits verriers ne devront pas générer de bridage dans les attaches, ni de contact verre/verre, ni des compressions ou des tractions dans les mastics entre vitrages supérieures à celle admissibles données dans la norme NF DTU 44.1.
- Les chevilles assurant la fixation des platines sur le support en béton armé, qui trouvent ici un emploi dans lequel leur ruine pourrait mettre en danger la vie humaine, doivent donc faire l'objet du marquage CE.

2.3.2. Systèmes de liaison à l'ossature primaire

Le procédé de verre extérieur attaché (VEA) est conçu de manière à ce que les charges exercées sur la paroi vitrée (poids, vent, neige) soient transmises indépendamment pour chaque vitrage à l'ossature primaire (la structure porteuse) afin d'éviter leur interaction.

La conception des ossatures primaires du bâtiment et secondaires dédiées au pan de verre doit prendre en compte les exigences spécifiques du VEA (critères de déformation, mouvements différentiels, dilatations etc.). Se reporter au chapitre "Dispositions constructives" du Cahier des Prescriptions Techniques VEA du CSTB 3574-V2. Les efforts peuvent être transférés à l'ossature primaire par différents systèmes, associés ou non, la Figure 20 donne le détail des composants du présent Avis Technique et schématise les différents procédés systèmes de reprise des efforts. Ces systèmes sont illustrés dans les Figures 25 à 27.

- En parois verticales :
Le transfert du poids propre des vitrages à la structure porteuse se fait par les fixations ponctuelles et attaches :
 - directement sur la structure d'accueil (pas de réglage : attache fixée et immobilisée sur la structure) ou via un connecteur SECM (de type Oméga I ou II, ou HMX développé pour les zones sismiques), relié directement sur l'ossature primaire ou secondaire (système S1, Figure 25),
 - via un câble ou tirant vertical ancré sur l'ossature primaire ou secondaire (procédés S2 et S3, Figure 26 et Figure 27)
- Le transfert des efforts du vent à la structure porteuse se fait :
 - via l'attache directement fixée et immobilisée sur la structure d'accueil (pas de réglage : attache fixée et immobilisée sur la structure) ou via un connecteur SECM (de type Oméga I, II ou II-R, ou HMX développé pour les zones sismiques), relié directement sur l'ossature primaire ou secondaire (procédé système S1, Figure 25),
 - via un connecteur SECM (de type Sigma I ou II) relié en arrière-plan de la paroi vitrée sur l'ossature primaire ou secondaire (procédé système S2, Figure 26),
 - par via un ensemble, dimensionné par SECM, de câbles horizontaux et/ou verticaux ancrés sur l'ossature primaire ou secondaire (procédé système S3, Figure 27).
- En parois inclinées :

En paroi inclinée, les sollicitations (poids, vent, neige etc.) varient selon l'inclinaison des vitrages et le transfert des efforts se fait via la combinaison des différents éléments des systèmes S1, S2 et S3 mentionnés ci-dessus.

- Réglages

Les éléments constitutifs des différents systèmes autorisent un réglage de leur position ou de celle des éléments qui leur sont adjacents dans les trois dimensions, tant en translation qu'en rotation. Cette conception permet d'absorber les éventuels défauts géométriques des ossatures primaires et secondaires.

Ces mêmes éléments permettent également d'absorber, dans des limites spécifiques au cas par cas, les déformations générées par les efforts appliqués au système (déformations dues aux charges climatiques et des ensembles dans le temps).

Nota :

Les composants permettant la liaison à l'ossature primaire : connecteurs, bielles, tirants et câbles, mentionnés ci-dessus pour les différents systèmes S1, S2 et S3, ne font pas partie du présent Avis Technique. Le tableau de la Figure 24 donne le détail des composants du présent Avis Technique.

2.3.3. Principe technologique

Pour le système VECAFIX™-S, le transfert, par les attaches, de l'ensemble des efforts agissant sur le vitrage à la structure dédiée à l'enveloppe vitrée se fait par le biais des fixations ponctuelles qui équipent le vitrage cf. Figure 1 :

- la fixation ponctuelle reprend le poids du simple vitrage par le trou fraisé du composant verrier porteur, Le serrage de la fixation ponctuelle sur le vitrage s'opère entre la tête fraisée de l'insert (2) et l'écrou de serrage (5) serré au couple de 18N.m, en intégrant les deux composants verriers pour un vitrage feuilleté.
- la sécurité du vitrage feuilleté est complétée en cas de casse d'un des composants verriers du vitrage par le fait que, pour les fixations ponctuelles VSL/36 et VSLP/36, le diamètre de l'écrou de serrage Ø 50 ou 60mm est important comparé au diamètre du trou cylindrique Ø 30 mm du 2ème composant du feuilleté.

2.3.4. Vitrages

Les dispositions relatives aux composants verriers entrant dans la composition des vitrages VECAFIX™-S sont présentées ci-dessous :

2.3.4.1. Façonnage des bords

Les dimensions maximales du composant verrier sont fonction :

- du type de produit verrier (notion de couches, sérigraphies et autres),
- des charges en présence,
- des contraintes spécifiques admissibles du produit verrier au regard des codes de calcul,
- des outils de production,
- des conditions de mise en œuvre.

Tous les composants verriers sont façonnés individuellement et sur leurs quatre côtés, en joint plat industriel (JPI) sans marques brutes au minimum. Sur demande, ils pourront être façonnés en joint plat poli (JPP). La tranche est plane et un chanfrein à 45° de 1mm de côté minimum est pratiqué sur chacune des arêtes, ou un arrondi est pratiqué selon l'équipement utilisé.

Les quatre coins sont « mouchés » avec chanfrein de 1 à 3mm, à 45° ou arrondis de rayon de 3 mm maximum selon l'équipement utilisé.

2.3.4.2. Perçage

Chaque vitrage a un coin de référence et un bord de référence. Pour le perçage, la position des trous est repérée par rapport à ce coin et ce bord de référence pour chacun des composants verriers intervenant dans la composition du vitrage. La tolérance de position est alors de ± 1 mm.

La distance minimale entre l'axe du perçage accueillant les fixations ponctuelles et les bords du vitrage est de 90 mm. Cette distance peut être portée au 1/10^{ème} de la portée entre attache (conformément aux prescriptions du cahier 3574-V2). Dans le cas où le porte à faux déroge du 1/10ème de la portée, il est possible de valider cette dimension :

- Soit par un dimensionnement aux éléments finis avec la méthode validée par le CSTB ;
- Soit par un essai

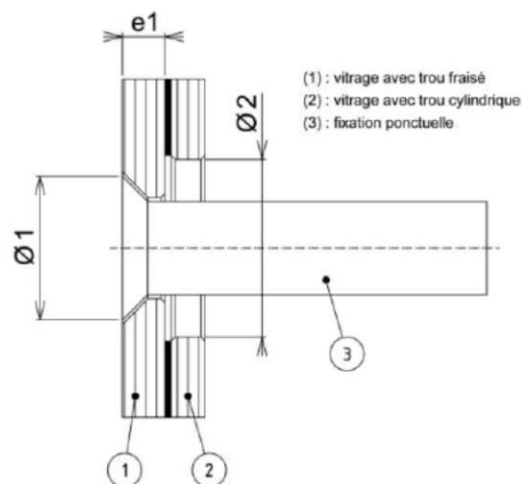


Figure 2 - dispositions générales de perçage extrait du cahier 3574-V2

- **Cas des vitrages orthogonaux :**

Les axes des perçages sont situés par défaut dans la fourchette de 90 à 250 mm des bords, voir Figure 3 :

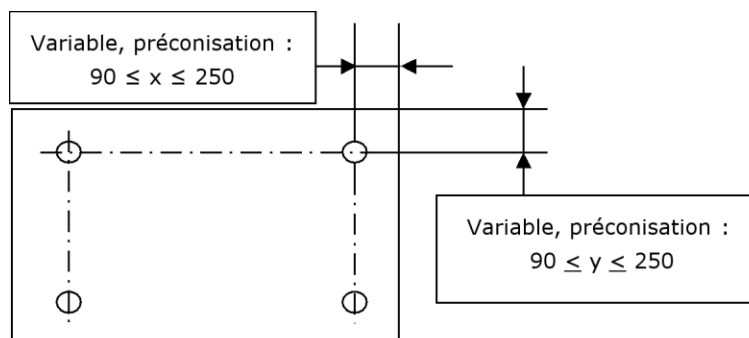


Figure 3 – cas de vitrages orthogonaux

- Cas des vitrages trapézoïdaux :

Les valeurs des angles de ces volumes sont préconisées entre 70° et 110°. voir Figure 4.

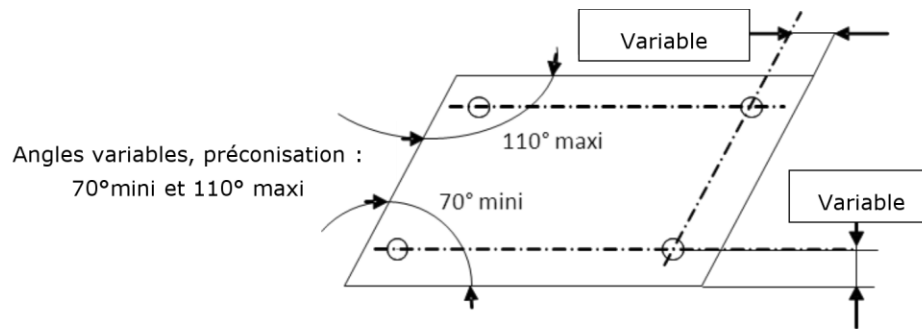


Figure 4 – cas des vitrages trapézoïdaux

- **Cas des vitrages triangulaires :**

L'angle le plus grand de ce type de vitrages est préconisé entre 60° et 120°. L'angle le plus petit est préconisé supérieur ou égale à 30°, voir points fixes et les points dilatants (figures 12 à 17).

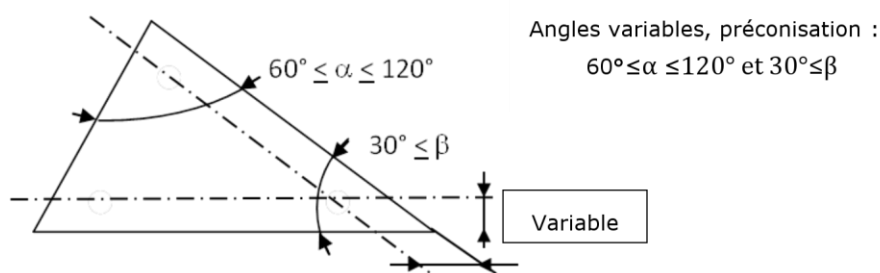


Figure 5 - cas des vitrages triangulaires

2.3.4.3. Les trous fraisés et cylindriques

Les trous fraisés d'un composant verrier présentent trois zones géométriques distinctes, les dimensions pour les fixations F36 sont :

- une fraisure avec un diamètre extérieur en face 1 de 36 mm tolérances $\varnothing +1-0$ (mm) ;
- une partie cylindrique de diamètre 26 mm tolérances $\varnothing +0.3-0.1$ (mm) ;
- un chanfrein à 45° de 1 mm sur la face opposée à la fraisure.

La géométrie d'un trou fraisé F36 est précisée sur la Figure 28.

Les caractéristiques des trous cylindriques d'un composant verrier pour l'assemblage en feuilleté, sont les suivantes :

- le diamètre de l'usinage est de 30 mm mini, avec une tolérance de + 1mm, soit un diamètre de 31 mm maxi. Dans cette tolérance, aucune excentration d'usinage subséquent au processus de perçage ne sera tolérée. Le trou cylindrique sera éventuellement rodé afin de garantir un état de surface satisfaisant.;
- deux chanfreins à 45° de 1 mm de chaque côté du trou.

La géométrie de ce perçage cylindrique est précisée sur la Figure 28.

2.3.4.4. Traitement thermique

Les composants verriers sont nécessairement trempés et systématiquement testés Heat Soak conformément à la norme NF EN 14179. La trempe est réalisée avec le composant verrier en position horizontale.

Les composants verriers, conformes à la norme NF EN 14179-1, subissent un traitement thermique spécifique caractérisé par une mesure de contrainte de compression de surface du composant selon la norme ISO 12540.

Pour les composants verriers émaillés quel que soit le produit et le type de dépôt utilisé, il est recommandé que :

- la face émaillée soit réalisée sur le composant à trou cylindrique pour les feuilletés,
- la face émaillée soit située vers le/du côté intérieur des locaux.

2.3.4.5. Vitrages feuilletés

Les assemblages feuilletés sont présentés dans la Figure 29, ils sont constitués :

- d'un composant avec trous fraisés d'une épaisseur de 8, 10, 12 ou 15 mm ;
- d'un composant avec trous cylindriques d'une épaisseur de 6, 8 10 ou 12 mm.

Pour l'ensemble des compositions et leurs utilisations voir Figure 29.

Les longueurs et largeurs du produit feuilleté ont une tolérance de ± 2 mm et la coaxialité entre l'axe du trou fraisé et l'axe du trou cylindrique du 2^{ème} composant est de ± 1.5 mm.

Pour les vitrages feuilletés il est possible que la face sérigraphiée soit située côté intercalaire. L'assemblage doit être réalisé par un transformateur qualifié selon suivi des validations par le CSTB, voir Tableau 7. Ceci est validé :

- pour un assemblage feuilleté PVB et SentryGlas® avec sérigraphie totale ou partielle ;
- et pour différents types et gammes d'émaux et de procédés de sérigraphie.
- pour tout projet une étude et une justification sera faite, des essais complémentaires seront réalisés si nécessaire au cas par cas.

2.3.5. Fixations ponctuelles

Les fixations ponctuelles pour simples vitrages VECAFIX™-S sont présentées sur les Figure 8 et Figure 9.

2.3.5.1. Désignation des fixations ponctuelles des vitrages VECAFIX™-S

La désignation des fixations, comme par exemple VSLP/36-22/R, indique de façon consécutive :
la marque VECAFIX™ du produit (V) ;

- que la fixation est pour simple vitrage (S), et (D) pour double vitrage ;
- qu'il s'agit d'un vitrage feuilleté (L), (M) pour monolithique ;
- que la fixation est dotée d'une platine de sécurité (P), pas d'indication pour fixation affleurante ;
- puis le type de fixation indiqué par le diamètre extérieur du trou fraisé en mm : ici type F36 (36) ;
- l'épaisseur maximale en mm du vitrage dans la fixation pour ce modèle (22) ;
- la possibilité de réglage (R) et les caractéristiques de l'axe à tête sphérique, pas d'indication par défaut pour la configuration standard : axe à tête sphérique de diamètre M16x2 et une longueur de filetage de 68 mm autorisant un réglage d'environ ± 5 mm de la distance entre le pan de verre et l'attache.

2.3.5.2. Choix des fixations ponctuelles

Le choix des fixations ponctuelles se fait selon la composition du simple vitrage et la spécificité requise en termes de mise en œuvre.

Voir compositions et domaines d'utilisation des vitrages VECAFIX™-S récapitulés dans la Figure 29.

Les tiges filetées des fixations ponctuelles autorisent un réglage en profondeur au minimum de ± 5 mm du pan vitré pour les vitrages VECAFIX™-S.

Les fixations permettent au minimum un débattement angulaire de l'axe à tête sphérique de 10° ($\pm 5^\circ$) par rapport à l'axe perpendiculaire au plan du vitrage.

Ce débattement angulaire permet :

- de ne pas créer de contraintes au sein du vitrage lorsque celui-ci est soumis aux charges extérieures,
- le montage de vitrages plans en facette, ou le montage de vitrages bombés.

NOTA : Important, il sera vérifié que la fixation ponctuelle conserve un débattement suffisant pour assurer une libre déformation du vitrage sous charge climatique.

Les fixations ponctuelles pourvues d'un axe à tête sphérique de diamètre M16x2 couvrent toutes les configurations courantes.

Un axe de diamètre M18x2.5 peut être utilisé pour de fortes charges (comme un poids propre élevé pour un vitrage de grand format).

Toutes les fixations ponctuelles devront être marquées VECAFIX™-SECM dito figure 11.

2.3.6. Attaches

Il existe cinq modèles d'attaches présentées Figure 13, , Figure 14, Figure 15, Figure 16 ET Figure 17.

Chacune d'elle est disponible en configuration 4 bras, 3 bras, 2 bras à 90° ou 180° , 1 bras à 90° ou 180° .

La codification des attaches utilisée par SECM est présentée Figure 18, elle permet d'identifier chaque attache avec son nombre de branche et pour chacune de ses branches sa position et l'orientation et le type de trou du satellite.

Au centre géométrique de la surface d'appui sur l'ossature, les attaches comportent un trou destiné au passage d'un boulon M18 équipé de sa rondelle. De plus, deux ou quatre trous de diamètre 6 mm ou 8 mm selon les cas sont percés dans la partie centrale d'appui pour mise en place, lors de la mise en œuvre de l'attache, de goupilles anti-rotation ; voir illustration procédé S1, Figure 25.

2.3.6.1. Dimensions

Selon le modèle d'attache retenu, la distance entre les faces d'appui (face des satellites côté vitrage / face d'appui du moyeu côté structure) varie :

- AT-01.51-I (acier inoxydable moulé) : 51 mm.
- AT-01.100-I (acier inoxydable moulé) : 100 mm.
- AT-03 (acier inoxydable mécano soudé) : 55 mm.
- AT-04 (acier inoxydable découpé plié) : 37 mm.
- AT-05 (acier ou acier inoxydable découpé) : 10 ou 12 mm.

La gamme d'attaches est prévue pour un entraxe horizontal et vertical de 200 mm entre les trous en vis à vis de deux vitrages contigus, à l'exception des attaches AT-01.100-I qui sont prévues pour un entraxe de 300 mm dans une direction et de 500mm dans l'autre direction, entre les trous en vis à vis de deux vitrages contigus.

Si des entraxes différents sont envisagés, des attaches modifiées pourront être utilisées à condition que :

- les limites autorisées pour les vitrages sous Avis Techniques soient respectées ;
- leur aptitude à l'emploi soit justifiée par SECM conformément aux règles édictées par le Cahier du CSTB 3574_V2.

2.3.6.2. Trous dans les satellites

Les satellites peuvent présenter deux sortes de trous, dont la fonction commune est de reprendre les efforts normaux au plan des vitrages. Dans les cas courants mettant en œuvre des queues M16, le concept est le suivant :

- Trous oblongs

Pour l'ensemble de la gamme d'attaches, les trous oblongs présentent les dimensions suivantes : $L \times \varnothing = 28 \times 17$ mm

Pour les attaches AT01.100, les trous oblongs sont : $L \times \varnothing = 38 \times 17$ mm

Ces trous sont destinés à recevoir les fixations reprenant les efforts parallèles au plan des vitrages. Ces derniers sont généralement suspendus par leurs fixations supérieures. L'attache est alors positionnée avec les trous oblongs en partie inférieure.

Le jeu possible dans ces trous oblongs est de ± 6 mm en longueur pour permettre les réglages et l'absorption des mouvements différentiels.

- Trous cylindriques

Pour l'ensemble de la gamme d'attaches, les trous cylindriques ont un $\varnothing = 28$ mm.

Pour les attaches AT01.100, les trous cylindriques ont un $\varnothing = 38$ mm.

Ces trous sont destinés au réglage et à l'absorption des dilatations dans le plan parallèle au plan des vitrages. Si le vitrage est suspendu, l'attache est alors positionnée avec les trous cylindriques en partie supérieure.

Le jeu possible dans ces trous cylindriques est de ± 6 mm dans le plan parallèle au vitrage pour permettre les réglages et l'absorption des mouvements différentiels.

Nota :

Afin d'éviter d'éventuels problèmes d'arc-boutement, le point dilatant peut être traité par l'intermédiaire d'une rotule femelle intégrée dans les satellites de l'attache.

2.3.6.3. Serrage des tiges filetées des fixations ponctuelles sur les satellites

Afin de contrôler l'alignement et les déplacements éventuels des vitrages, chacun d'eux est monté avec l'une des tiges filetées des fixations ponctuelles bloquée sur l'un des deux satellites pourvu d'un trou oblong. Le point fixe reprenant le poids propre doit être fixé avec au couple de 130 N.m.. Le positionnement du point de référence (ou « point fixe ») au centre du trou oblong peut être assuré par une rondelle autorisant un réglage préalable de position en longueur de ± 2 mm seulement.

Les trois autres points de fixation sont serrés au contact sur le satellite de l'attache, en faisant attention de mettre la surface lisse de chaque rondelle côté satellite de l'attache, ce qui permet aux points concernés de se déplacer librement dans le plan parallèle aux vitrages. Ils peuvent être munis de rondelles enduites d'un vernis en PTFE, cela en particulier pour les parois inclinées à moins de 10° .

L'interface de la queue filetée de la rotule et des satellites des attaches AT01.100 est assurée avec une rondelle en acier inoxydable de diamètre 50mm et d'épaisseur 5mm.

Pour assurer le maintien en position de la fixation ponctuelle, et afin de sécuriser la paroi vitrée, il est préconisé l'utilisation d'au moins une des alternatives suivantes pour les écrous hexagonaux :

- Frein filet LOCTITE 2701, ou frein filet fort équivalent, pour chaque écrou hexagonal ;
- Utilisation d'écrou auto-freiné ayant des caractéristiques d'anti-grippage et d'anti-dévisage.

Pour les parois inclinées avec vitrages suspendus, l'écrou supérieur, au minimum, doit être un écrou auto-freiné avec des caractéristiques d'anti-grippage et d'anti-dévisage. Il devra être mis en place pour chaque fixation ponctuelle afin de confirmer la sécurité de l'ouvrage.

Nota :

Dans le cas d'un vitrage dont l'un des bords est pris en feuillure, le type et le positionnement de chaque trou est à définir au cas par cas.

2.3.6.4. Charges admissibles

Les caractéristiques de résistance des attaches sont présentées dans le Tableau 3.

Modèles d'attache	AT-01.51-I	AT-01.100-I H=500	AT-03	AT-04	AT-05 10mm Et 12mm
Charges maximales par bras à la limite élastique (daN)					
Perpendiculairement au plan des vitrages $F_{\perp \text{maxi}}$	460	(2)	540	450	175 Et 225
Parallèlement au plan des vitrages $F_{// \text{max}}$	260	550	420	1730	210 Et 300
Charges maximales à 1mm de déformation (daN)					
Perpendiculairement au plan des vitrages F_{\perp} à 1 mm	(1)	350	(1)	300	(1) Et (1)
Parallèlement au plan des vitrages $F_{//}$ à 1 mm	(1)	(1)	(1)	(1)	(1) Et (1)
Nota : la limite de déformation est prise égale à 1,5 mm pour les attaches AT-01.100-I et 1 mm pour les autres attaches (1) La limite élastique est atteinte avant les 1 mm (1,5mm) de déformation (2) Les 1 mm (1,5mm) de déformation sont atteints avant la limite élastique					

Tableau 3 – Résistance des attaches

Les vérifications à faire pour chaque projet sont les suivantes :

- A l'ELU :

Attache	Vérification
Pour l'attache AT-01.51-I	<p>Pour $F_{//} \leq 207 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{460} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{359} \leq 1$</p> <p>Pour $F_{//} \geq 207 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{955} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{260} \leq 1$</p>
Pour l'attache AT-01.100-I, H=500	$\frac{F_{\perp \text{ELU}}}{635} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{550} \leq 1$
Pour les attaches AT-03	Charges perpendiculaires aux vitrages (ELU) < Charges maximales admissibles par bras d'attache $F_{1 \text{max}}$ (limite élastique). Charges parallèles aux vitrages (ELU) < Charges maximales admissibles par bras d'attache $F_{2 \text{max}}$ (limite élastique).
Pour l'attache AT-04	$\frac{F_{\perp \text{ELU}}}{450} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{1730} \leq 1$
Pour l'attache AT-05	<p>épaisseur 10mm :</p> <p>Pour $F_{//} \leq 200 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{175} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{260} \leq 1$</p> <p>Pour $200 \leq F_{//} \leq 210 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{840} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{210} \leq 1$</p> <p>épaisseur 12mm</p> <p>Pour $F_{//} \leq 250 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{255} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{390} \leq 1$</p> <p>Pour $250 \leq F_{//} \leq 300 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{540} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{300} \leq 1$</p>

- A l'ELS :

Attache	Vérification
Pour l'attache AT-01.51-I	Pas de vérification nécessaire.
Pour l'attache AT-01.100-I, H=500	Pour $250 \leq F_{//} \leq 300 \text{ daN} \Rightarrow \frac{F_{\perp \text{ELU}}}{540} + \frac{F_{// \text{ELU}}}{300} \leq 1$
Pour les attaches AT-03	Pas de vérification nécessaire.
Pour l'attache AT-04	Charges perpendiculaires aux vitrages (ELS) $\leq 300 \text{ daN}$ (à 1 mm de déformation).
Pour l'attache AT-05	Pas de vérification nécessaire.

Pour chaque ouvrage ou partie d'ouvrage SECM fournira une note de calcul visant à vérifier le taux de chargement des attaches en fonction des charges combinées en présence.

Pour l'attache AT-01.100, H = 300 une étude sera faite au cas par cas.

2.3.7. Interface composants/structure réceptrice

Les dispositifs de fixation quels qu'ils soient (boulons, tiges file-tées, chevilles, etc.) sont définis et dimensionnés par le titulaire du présent Avis Technique. Dans l'hypothèse où ce dernier n'en assure pas la fourniture et/ou la mise en œuvre, il appartient à l'entreprise qui en a la charge de veiller à utiliser des composants strictement conformes aux préconisations du titulaire et aux règlements en vigueur.

Plus particulièrement, dans le cas de l'utilisation de chevilles chimiques ou à expansion, celles-ci doivent être marquées «CE» et leur procédure de mise en œuvre scrupuleusement respectée.

2.3.8. Etanchéité de la paroi vitrée

Elle est réalisée sur chantier :

- Entre vitrages par la combinaison de deux produits : un mastic silicone appliqué à la pompe sur un fond de joint constitué d'un profilé extrudé en silicone.

La distance nominale entre vitrages dépend du type de joint considéré (cf. Figure 21 et Figure 22). Dans le cas de vitrages simples monolithiques, il est autorisé de déposer le mastic silicone sur un fond de joint provisoire (exemple : bande adhésive).

- En périphérie par collage des rainures d'accueil des profilés silicone aux vitrages. Dans le cas d'une étanchéité vitrages / gros-œuvre, la seconde extrémité du profilé est fixée au gros-œuvre par l'intermédiaire d'un profilé plat. La distance nominale entre 2 éléments dépend du type de joint considéré (cf. Figure 23).

En périphérie du pan de verre, une étanchéité par prise en feuillure et parclose est possible. Dans ce cas, une étude particulière du mode de reprise des efforts du vent et du poids propre est nécessaire. Les feuillures sont drainées conformément à la norme NF DTU 33.1.

2.3.9. Homogénéité du pan de verre

Le traitement des rives doit répondre aux recommandations du chapitre « dispositions constructives » du Cahier CSTB 3574_V2.

2.3.10. Dimensionnement

Les données techniques pour le système VECAFIX™-S sont :

- le type de paroi : verticale ou inclinée,
- le calepinage et les formes des vitrages,
- les nombres de points de fixation,
- les spécificités des produits verriers : le contrôle solaire, le confort thermique, le confort acoustique, la résistance au feu ou à l'explosion, la sérigraphie, etc.,
- la composition du vitrage,
- les charges en présence,
- les autres particularités.

Pour la détermination des compositions des vitrages monolithiques ou des vitrages feuilletés PVB (*), le cahier CSTB 3574_V2 donne les dispositions à suivre pour :

- les actions et les combinaisons d'actions,
- le calcul des épaisseurs équivalentes(*) le calcul des flèches et les critères à l'ELS de déformation,
- le calcul des contraintes dans les verres et les critères à l'ELU de contrainte,
- et autres vérifications particulières comme le contrôle du critère du rayon de courbure admissible au niveau des appuis intermédiaires.

Les rayons de courbures admissibles à l'état limite ultime sur appui intermédiaire sont donnés dans le Tableau 8 - Rayons de courbures admissibles à l'état limite ultime sur appui, joint en annexe.

- Les vitrages sont dimensionnés conformément au cahier 3574-V2 : soit selon la méthode définie dans l'Annexe A (méthode forfaitaire) ;
- soit par un dimensionnement aux éléments finis dont la méthode a été validé par le CSTB ;
- soit par méthode expérimentale.

Dans le cas de vitrage VEA comportant 6 fixations traversantes, il sera réalisé des essais de détermination de rayons de courbure admissibles selon le Cahier 3574_V2 correspondant à la composition du vitrage feuilleté utilisé. Par ailleurs, à titre de vérification, il sera réalisé une vérification des rayons de courbure avec l'épaisseur d'un composant verrier monolithique dont l'épaisseur est la plus proche de celle de la composition du vitrage feuilleté prévu (ou encadrant l'épaisseur du vitrage feuilleté) (extrait du DTA 6/15-2253_V4). Justification du dimensionnement

Le dimensionnement de l'ensemble est réalisé avec les critères définis dans le Cahier CSTB 3574_V2, selon le processus suivant :

- Définition des pressions de neige et de vent ;
- Définition du produit verrier (dimensions et calcul d'épaisseur) ;
- Vérification de l'aptitude du modèle d'attache choisis par le Maître d'œuvre au regard des efforts en présence.

Selon la spécificité de la structure d'accueil, les déformations de cette dernière seront vérifiées.

Si choix d'un système comportant des câbles, détermination de la précontrainte à exercer. Dans le cas de systèmes à câbles de contreventement, choix de la configuration à retenir (nombre de câbles, type et diamètre et orientation).

Détermination des mouvements relatifs acceptables entre vitrages et entre vitrages et structure réceptrice en fonction :

- du calepinage,
- des déformations acceptables sur les joints,
- des aptitudes de réglage/déplacement des différents composants.

A l'issue de ce processus, les descentes de charges et les tolérances de déformation sont communiquées au maître d'ouvrage ou à son représentant pour intégration dans la conception globale de l'ouvrage.

Il est ensuite procédé à l'élaboration du dossier technique :

- dossier de plans (plans d'ensemble et de détail, nomenclature),
- dossier de fabrication,
- plans d'exécution..

2.3.10.1. Parois à facettes

En prérequis, dans ce type de parois, la queue de la rotule est toujours perpendiculaire au plan du verre.

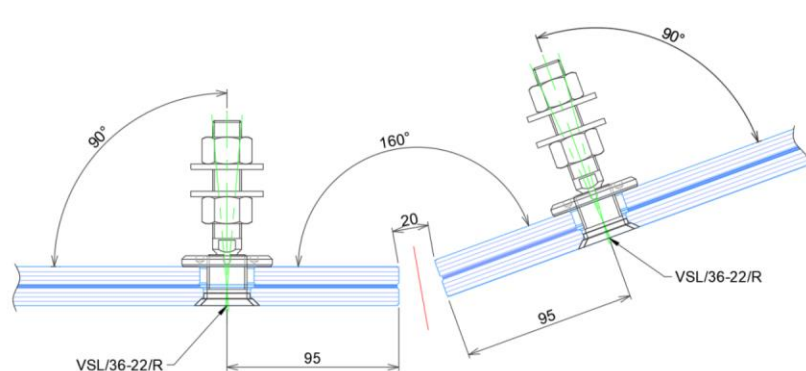


Figure 6 – Principe facette avec queue de rotules perpendiculaire au pan de verre

- Cas n° 1 : angle inférieur à 3° entre le plan du vitrage et le plan de l'attache

Les écrous et rondelles plates équipant les queues fileté M16 des fixations ponctuelles sont remplacés par des écrous et rondelles à portée sphérique. Les tolérances et les jeux nécessaires au bon fonctionnement du système sont de ± 4 mm et vérifier qu'il n'y a pas de contrainte supplémentaire dans le verre.

- Cas n° 2 : angle entre le plan du vitrage et le plan de l'attache compris entre 3° et 14°

Dans cette plage, il conviendra de réaliser un fraisage de l'attache incliné et parallèle au plan du vitrage.

Un écrou et une rondelle à portée sphérique seront placés du côté de la face opposée à celle du fraisage. Les tolérances et les jeux nécessaires au bon fonctionnement du système sont de ± 4 mm.

- Cas n° 3 : cas particulier de l'attache AT-04

Cette attache étant en tôle pliée, il suffit donc de réaliser le pli à l'angle souhaité dans la limite de 0° - 14°.

2.3.10.2. Cas des attaches modifiées

Dans le cas d'attaches modifiées (entraxe des fixations contiguës de vitrages adjacents différent de 200 mm), et dans la mesure où les dispositions de fixation des vitrages sont conservées, l'aptitude à l'emploi sera justifiée expérimentalement suivant les critères définis dans le Cahier du CSTB 3574- V2.

2.3.10.3. Montage en aveugle

Le montage en aveugle consiste à mettre en œuvre des simples vitrages monolithiques et feuilleté sans avoir accès à la structure d'accueil. Ce principe intègre la possibilité de remplacement d'éventuels volumes cassés.

A l'identique d'une façade VEA traditionnelle, les vitrages sont préalablement équipés de leurs fixations ponctuelles articulées. Ces fixations ont la particularité d'être ouvertes sur la face du vitrage opposé à la structure. Cette ouverture autorise l'accès à l'axe à tête sphérique sur lequel une empreinte hexagonale creuse a été réalisée.

Pour toutes les attaches, chaque satellite est pourvu d'un dispositif arrêt en rotation. Un taraudage M16 au centre du dispositif accueille l'axe à tête sphérique de la fixation ponctuelle (Figure 19).

Ce dispositif est conçu de façon à conserver les jeux fonctionnels des satellites. Il est monté glissant sur les points des attaches destinés à absorber les mouvements différentiels et serré sur les points des attaches réputées fixes. Les écrous des dispositifs sont collés à la LOCTITE 2701 ou autre frein filet fort équivalent.

Lors de la pose des vitrages, un frein filet est apposé sur la partie fileté M16 de l'axe à tête sphérique (filetage M16) des fixations ponctuelles articulées. L'axe est ensuite vissé sur le dispositif anti-rotation par l'extérieur à l'aide d'une clé six pans.

Le plan vitré est alors réglé et les fixations ponctuelles refermées avec le capuchon affleurant prévu à cet effet.

- Sécurité

Pour assurer la sécurité de la paroi vitrée le dispositif peut prévoir un écrou de fixation d'épaisseur plus importante dans le cas des parois inclinées avec les vitrages suspendus (Figure 19).

2.3.11. Sismique

Le système procédé VECAFIX™-VEA a été l'objet d'essais sismiques dans la configuration avec l'attache AT-01.51-I immobilisée par 2 goupilles élastiques de 6 mm de diamètre et le connecteur HMX développé spécifiquement par SECM, il en résulte qu'il peut être mis en œuvre dans toutes les zones sismiques, voir Tableaux 4 ci-dessous.

Le domaine d'emploi du système procédé VECAFIX™-VEA en zone sismique est basé sur les arrêtés des 22 octobre 2010, et ses modificatifs. Il est limité aux zones et catégories de bâtiments définies dans le Tableau 4 ci-après, en considérant la limite de déplacement entre étages pour les éléments non structuraux composés de matériaux fragiles ; et le fait que la limitation des dommages sur l'ouvrage ne signifie pas l'absence de dommage et ne garantit pas la continuité de fonctionnement (opérationnelle) du bâtiment.

Pour tout projet, SECM est en mesure de définir les besoins de validation sismique et de faire les calculs de vérification à partir des résultats expérimentaux disponibles. Le périmètre détaillé de l'étude sera défini au cas par cas.

Zone	Catégorie de l'ouvrage			
	I	II	III	IV ⁽¹⁾
Zone-1	Sans prescription			
Zone-2	Sans prescription		Selon Tableau 5 Et § 2.3.11	
Zone-3	Sans prescription	Selon Tableau 5 Et § 2.3.11		
Zone-4	Sans prescription	Selon Tableau 5 Et § 2.3.11		

En complément, les cas particuliers ci-dessous sont dispensés des dispositions de cet Avis Technique :

- En zone de sismicité 2 : Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions telles que définies au chapitre I " Domaine d'application " du Guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI -EC8 Zones 3-4, édition 2021

Tableau 4 - Prescriptions en fonctions de la zone de sismicité et la catégorie de l'ouvrage

Les vitrages VECAFIX™-VEA sont éligibles dans tous les cas conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 sans justification complémentaire, pour les bâtiments situés :

- En zone 1 et pour les bâtiments de catégorie I à IV.
- En zone 2 et pour les I bâtiments de catégorie I et II.
- En zones 3, 4 et 5 pour les bâtiments de catégorie d'importance I.

Le Tableau 5 ci-dessous présente les préconisations sismiques en termes de surface maximale de chaque vitrage en fonction de sa composition.

Préconisations sismiques	Composition du vitrage VECAFIX™-VEA					
	8.6	8.8	10.8	10.10	12.10	12.12
Surface (m ²)	8,9	7,8	7,0	6,3	5,7	5,2

Tableau 5 - Préconisations sismiques des simples vitrages VECAFIX™-VEA pour une portée de 2.2m avec l'attache AT-01.51-I et le connecteur HMX de SECM

2.3.12. Thermique

Le procédé est susceptible de respecter les exigences minimales fixées par la réglementation thermique en vigueur.

Ces exigences concernent aussi bien la thermique d'hiver que la thermique d'été, elles s'expriment sous forme de valeurs maximales admissibles du coefficient de transmission surfacique U et du facteur solaire S.

Le coefficient U de transmission thermique des pans de verre est donné par la formule :

Dans laquelle :

$$U = U_g + \frac{\psi \ell}{A} + n \frac{\chi}{A}$$

U_g : Coefficient de transmission thermique en partie courante du vitrage (W/m².K)

Ψ : Coefficient de transmission linéique périphérique (W/m.K)

χ : Coefficient de transmission ponctuelle des attaches (W/K).

ℓ : Périmètre du vitrage (m)

A : Surface du vitrage (m²)

n : Nombre de fixations traversantes du vitrage

Les valeurs de Ψ et χ peuvent être déterminés par une étude spécifique.

A défaut, les valeurs suivantes peuvent être utilisées : Ψ = 0,055 W/m.K et χ = 0,030 W/K.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée conformément aux prescriptions du Cahier CSTB 3574_-V2.

2.4.1. Champs d'utilisation

La mise en œuvre des vitrages VECAFIX™-S, comme celle et des vitrages POINT-S et POINT-D comportant les fixations ponctuelles SECM, est réalisée :

- conformément aux champs d'utilisation des produits en tant que tels : paroi verticale, paroi inclinée avec vitrage supporté ou suspendu, voir Figure 29.
- selon le cadre de cet l'Avis Technique.
- sur des structures spécialement conçues et dimensionnées à cet effet

2.4.2. Mise en œuvre et contrôle

Les étapes et les moyens de contrôle et/ou de mise en œuvre sont présentés dans le Tableau 6.

D'une manière générale, les couples de serrage sont les suivants :

- Montage de l'attache sur son plan d'accueil :
Vis M18 serrée à 200 N.m + collage frein filet
- Serrage des fixations ponctuelles sur le vitrage VECAFIX™-S :
Écrou M22 serré à 18 N.m + collage frein filet
- Serrage des queues filetées M16 des fixations ponctuelles sur les satellites des attaches
Point fixe (référence) : 130 N.m + collage frein filet
Point dilatant : contact glissant + collage frein filet

Phase	Moyens de contrôle et/ou de mise en œuvre
Réception de la structure d'accueil	Prise de côtes 3D par tout moyen ad hoc ou relevé géomètre
Vérification du plan d'accueil des attaches	Théodolite
Mise en œuvre des attaches Les attaches sont mécaniquement fixées avec une vis M18	Montage manuel
Réglage des axes longitudinaux	Théodolite
Serrage au couple de 200N.m des vis M18	Clef dynamométrique
Vérification du plan d'accueil défini par les attaches	Théodolite
Serrage des fixations ponctuelles sur le vitrage au couple de 18N.m	Clef dynamométrique
Mise en œuvre des vitrages préalablement équipés de leurs fixations ponctuelles	Ventouses
Réglage des trames	Cales d'espacement
Réglage fin du plan vitré Blocage des points fixes au couple de 130N.m	Sur tiges M16 des fixations ponctuelles Clef dynamométrique
Réalisation des étanchéités périphériques et entre vitrages	

Tableau 6 - Etapes de mise en œuvre et contrôles

2.4.3. Transport, manutention et stockage des vitrages

Les vitrages VECAFIX®-S doivent être transportés et stockés selon les dispositions et prescriptions de la norme NF DTU 39 qui sont complétées comme indiqué ci-après :

- En aucun cas, les fixations ponctuelles ne doivent être utilisées pour la manutention des vitrages ;
- Les vitrages et les pièces de fixation doivent être stockés à l'abri des intempéries, de la poussière et des projections (particules abrasives ou chaudes, par exemple étincelle de meulage, de soudure etc...) ;
- Les vitrages présentant des traces d'humidité dues aux variations de température en cours de transport, doivent être séchés avant stockage.
- Les vitrages seront stockés sur agrès avec intercalaire liège ou autre (à l'exclusion du carton ondulé) par piles aussi homogènes que possible en dimensions et n'excédant pas 30 cm d'épaisseur.
- Les vitrages avec couche en face extérieure doivent respecter les dispositions de manutention et stockage propres à la couche.

2.4.4. Préparation finale du produit avant mise en œuvre

Le simple vitrage est préparé en usine.

Les instructions de montage des fixations ponctuelles sont fournies par, ou à demander à, SECM. Le montage des fixations ponctuelles (pièces (1) à (5) et (8) et (9)) se fait sur chantier suivant les instructions de montage propre à chaque type de fixation et gérées par un numéro et un indice.

La liaison de chaque fixation ponctuelle avec l'attache lors de la mise en œuvre de la paroi vitrée se fera avec les rondelles d'appui (6) et écrous hexagonaux (7) suivant les instructions de montage propre au cas de mise en œuvre.

Nota : Pour assurer la sécurité de la paroi vitrée, il doit être vérifié que tous les assemblages filetés et taraudés sont immobilisés par utilisation de frein filet type Loctite 2701 ou autre frein filet fort équivalent, tel qu'indiqué dans les instructions de montage

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

L'entretien d'un ouvrage avec des parois vitrées comporte des actions de nettoyages et de contrôle des différents éléments rentrant dans la constitution de l'ouvrage. Il s'agit d'assurer la pérennité et la préservation des valeurs de celui-ci en garantissant la qualité et la sécurité par une maintenance régulière.

Un contrôle annuel de la structure d'accueil dans son ensemble et au niveau des points de fixation, ainsi que la structure dédiée dans tous ses détails, doit être effectué. Rentre également dans ce contrôle le suivi des tensions dans les câbles précontraints de la structure dédiée ainsi que l'examen de l'ensemble des garnitures d'étanchéité et la vérification de l'intégrité des vitrages (délamination, éclats, etc.). Des interventions ont lieu suivant les critères définis dans le manuel de maintenance propre à l'ouvrage.

Les vitrages et pièces de fixation doivent être nettoyés périodiquement en utilisant des agents neutres exempts de matières abrasives, chlorées ou fluorées et n'altérant pas les caractéristiques des joints d'étanchéité. De plus, les outils utilisés ne doivent pas rayer le verre ou endommager les joints d'étanchéité, et ne doivent pas apporter d'impuretés qui conduiraient à une corrosion superficielle dans le temps des éléments de la structure dédiée, notamment pour les structures en acier inoxydable.

La périodicité du nettoyage dépend de l'environnement extérieur (: conditions climatiques, niveau de pollution, etc.) et de la spécificité du bâtiment : inclinaison de la paroi, contraintes d'exploitation et besoins esthétiques. Un intervalle maximum d'un an doit être respecté pour le nettoyage des ouvrages, il doit être plus court pour un environnement rude : en extérieur (proximité milieu salin par exemple) ou spécifique (piscine par exemple).

Un vitrage endommagé sera remplacé par un vitrage de mêmes caractéristiques, le marquage permettant le réassort. La composition de chaque vitrage est telle que la sécurité des personnes et des biens est assurée même en cas de casse et jusqu'au remplacement, dans les meilleurs délais, du vitrage endommagé.

En cas de remplacement de vitrages, les fixations ponctuelles déjà montées sur le vitrage doivent être remplacées ou contrôlées par SECM, pour une réutilisation potentielle.

2.6. Traitement en fin de vie

En fin de vie l'ensemble des produits du procédé VECAFIX™-S ne sont pas réutilisables mais les verres clairs monolithiques et feuilletés ainsi que les pièces métalliques sont recyclables

2.7. Assistance technique

La mise en œuvre est réalisée uniquement par des entreprises spécialisées, techniquement assistées à leur demande par la Société SECM, ou directement par la Société SECM.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

La fabrication et les contrôles sont réalisés conformément aux prescriptions du Cahier CSTB 3574_-V2.

Les vitrages sont contrôlés suivant les dispositions de l'Avis Technique les concernant.

Un contrôle est exercé sur la fabrication de toutes les pièces intervenant dans la composition des fixations ponctuelles et pièces attachées ainsi que sur les attaches.

2.8.1. Identification et traçabilité

L'identification du produit est telle qu'elle permet la traçabilité complète du produit (verre et fixations ponctuelles, attaches). Elle s'appuie sur le référentiel ISO des fabricants, les normes et la réglementation en vigueur.

La traçabilité des composants rentrant dans la composition des systèmes VECAFIX™ est assuré par les numéros d'ordre de fabrication des différentes pièces.

Pour les verres rentrant la composition des vitrages VECAFIX™-S, le marquage permettant l'identification du trempé et contenant la mention "EN 14179-HST" est réalisé par le transformateur verrier qualifié par le CSTB dans le cadre de cet Avis Technique voir Tableau 7 en annexe.

De plus sur chaque vitrage VECAFIX™-S est sérigraphié le logo VECAFIX™ dans un rectangle d'environ 15 mm x 30 mm..

Les fixations traversantes comportent sur la face extérieure de l'insert un marquage indiquant à minima « VECAFIX™ » et « SECM ».

2.8.2. Vitrages

Les vitrages VECAFIX™-S sont réalisés selon un processus de fabrication propre aux titulaires du présent Avis Technique avec étapes d'autocontrôle aux différentes phases de production.

- Préparation du composant verrier :
 - Sélection du float
 - Découpe sur table automatique
 - Emargeage si nécessaire
 - Façonnage des chants JPI minimum, des arrêtes et coins
 - Lavage
 - Perçage des trous fraisés ou cylindriques
 - Lavage
 - Traitement couche ou sérigraphie et marquage
 - Traitement thermique et Heat Soak
 - Contrôles
- Assemblage en simple vitrage feuilleté :
 - Sélection et préparation de l'intercalaire
 - Sélection, positionnement et lavage des verres
 - Assemblage
 - Calandrage ou mise en poche à vide
 - Autoclave
 - Ebavurage en périphérie et au niveau des trous
 - Contrôles produit fini
- Les contrôles :

Ils sont exécutés de façon régulière et continue pour répondre aux spécifications des différentes normes mises en jeu lors du processus de fabrication et pour être conformes aux recommandations du Cahier du CSTB 3574_V2.

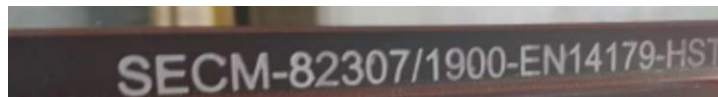


Figure 7 – Exemple de marquage d'un vitrage

2.8.3. Attaches

2.8.3.1. AT-01

- Fabrication : les bruts sont obtenus par moulage.
- Précautions prises afin de garantir la qualité du produit :
 - Utilisation de lingots garantis par certificat matière.
 - Contrôle des caractéristiques chimiques de l'alliage.
- Contrôle : selon procédure interne de réception

2.8.3.2. AT-03

- Fabrication : les volumes constitutifs de base (moyeu central, bras, satellites) sont obtenus par usinage CN (Commande Numérique). Ils sont ensuite disposés sur un gabarit de positionnement pour être soudés par procédé TIG. Le refroidissement après soudage s'effectue en maintenant la pièce bridée sur le gabarit afin de limiter les déformations.
- Utilisation de bruts garantis par certificat matière.
- Contrôle : selon procédure interne de réception.

2.8.3.3. AT-04

- Fabrication : par découpe et mise en forme à la presse plieuse.
- Utilisation de tôles garanties par certificat matière.
- Contrôle : selon procédure interne de réception.

2.8.3.4. AT-05

- Fabrication : par découpe laser ou jet d'eau.
- Utilisation de tôles garanties par certificat matière.
- Contrôle : selon procédure interne de réception.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Justification des vitrages VECAFIX™-S

- Essais de détermination des déformations et de vérification de la résistance des vitrages VECAFIX™-S sous charges climatiques et poids propre, selon annexe B1 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai n° CLC 13-26043180.
- Essais de détermination des déformations et de vérification de la résistance des vitrages VECAFIX™-S sous charges climatiques et poids propre, sans ou avec sérigraphie côté intercalaires, selon annexe B1 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai 2021 série n° BEB1.L.4045.
- Essais de détermination des déformations et de vérification de la résistance des vitrages VECAFIX™-S sous charges climatiques et poids propre, sans ou avec sérigraphie côté intercalaires, selon annexe B1 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai BEB1.M.4103-1 et BEB1.L.4045-3.
- Essais de durabilité des feuilletés, selon Cahier du CSTB 3818 ; rapport d'essai 2021 série n°095263.
- Essais de durabilité des feuilletés, selon Cahier du CSTB 3818 ; rapport d'essai 2022 série n°102271.
- Essais de détermination des rayons de courbure admissibles sur échantillons de vitrages monolithiques comportant une fixation ponctuelle, selon annexe B2 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai de CTDEC n° DEM-026232-1/A du 27/07/2012.
- Essais de détermination des rayons de courbure admissibles sur échantillons de vitrages monolithiques comportant une fixation ponctuelle, selon annexe B2 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai 2020 série n° CET0193727.
- Essais de détermination des rayons de courbure admissibles sur échantillons de vitrages monolithiques comportant une fixation ponctuelle, selon annexe B2 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai 2023 série n° CET0210922.
- Essais de résistance des fixations ponctuelles des vitrages VECAFIX™-S, selon annexe B7 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai du CTDEC n°B0718520-2/A du 05/06/2007.
- Essais d'étanchéité à l'eau des fixations ponctuelles sur échantillons feuilletés VECAFIX™-S comportant une fixation ponctuelle, selon annexe B9 du Cahier du CSTB 3574_V2 ; rapport d'essai de GINGER CEBTP n° BEB1.C-4069-6 du 06/03/2013.
- Essais sismiques des vitrages VECAFIX™-S avec attaches AT01 et connecteurs HMX, rapport d'essai n° MRF 15 26055150/B-1

Justification des attaches

- Note de calcul SECM :
 - SPE-NC-001 (AT-03.55) ;
 - SPE-NC-004 (AT-04.37) ;
 - SPE-NC-019 (AT-01.51-I) ;
 - SPE-NC-020 (AT-01.100-I).
 - SPE-NC-022 (AT-05.10 et 12)
- Rapports d'essais :
 - CT DEC B020663 (AT-03.55) du 17/06/02.
 - CT DEC B0512513-1 et -2 du 03/11/05.
 - CT DEC DEM0043807-1/A (AT-01.51) du 22/12/2015.
 - CT DEC DEM0043807-3 (AT-01.51) du 21/12/2015.

2.9.2. Références chantiers

L'ensemble des références vitrages VECAFIX™-S porte sur plus de 10 000 m2.

2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Transformateurs verriers	Vitrage VECAFIX-S Monolithique et glaces VECAFIX pour feuilleté VECAFIX-S				Feuilleté VECAFIX-S assemblage PVB avec côté intercalaire :				Feuilleté VECAFIX-S assemblage SentryGlas avec côté intercalaire :			
	Façonnage perçage	Sérigraphie Traditionnelle	Impression Digitale	Trempe et HST	Verre float	Verre à couche (classe A)	Verre avec Sérig. Trad.	Verre avec Imp. Digit.	Verre float	Verre à couche (classe A)	Verre avec Sérig. Trad.	Verre avec Imp. Digit.
SGVB-Coutras	√	√	√	√	√	√						
GLASSFER	√	√	√	√	√	√						
SECM					√	√ (1)	√ (1)	√ (1)	√	√	√	√

√ (1) = pourra nécessiter des essais complémentaires au cas par cas selon les caractéristiques de la sérigraphie ou la couche du projet conformément au cahier 3818-V1

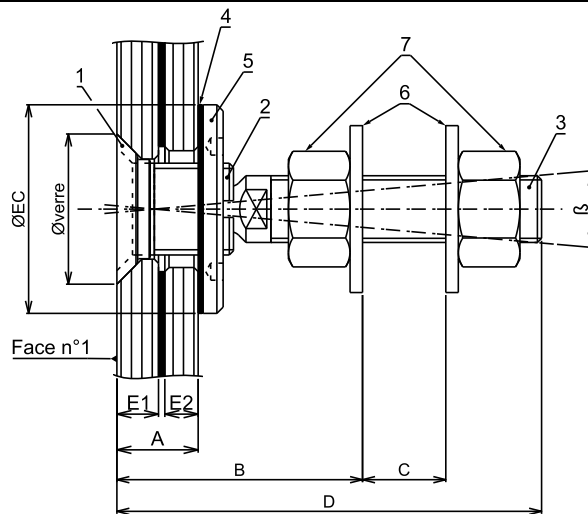
Tableau 7 - Liste des sites transformateurs fabricant de vitrages VECAFIX®-S audités par le CSTB

Rayons de courbures admissibles à l'ELU sur appui intermédiaire	
Valeurs pour verre trempé HST des vitrages VECAFIX™-S	
Epaisseur	Trou fraisé F36
8 mm	5.55 m
10 mm	7.16 m
12 mm	8.72 m
15 mm	11.11 m

Epaisseur	Trou cylindrique Φ 30mm
6 mm	2.55 m
8 mm	4.21 m
10 mm	6.23 m
12 mm	7.34 m

Tableau 8 - Rayons de courbures admissibles à l'état limite ultime sur appui intermédiaire

**PAROI VERTICALE : VITRAGE MONOLITHIQUE OU FEUILLETÉ (représenté ci-dessous)
PAROI INCLINÉE SUPPORTÉE : VITRAGE FEUILLETÉ
Fixation ponctuelle affleurante type VSM/36 ou VSL/36**



REPERAGE DES CONSTITUANTS

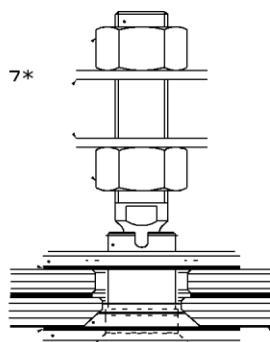
Rep.	Désignation	Matière
1	Bague conique intercalaire	Aluminium AW5754 anodisé
2	Insert à tête fraisé	Acier inoxydable 1.4404
3	Axe à tête sphérique	Acier inoxydable 1.4418
4	Rondelle intercalaire	Polyéthylène noir
5	Ecrou de serrage	Acier inoxydable 1.4404
6	Rondelles d'appui	Acier inoxydable 1.4301
7	Ecrous	Acier inoxydable 1.4301

DIMENSIONS

Type de fixation ponctuelle		VSM/36 (monolithique) et VSL/36 (feuilleté)		
Désignation		VSM/36-16/ EC50 ou 60/R	VSL/36-22/ EC50 ou 60/R	VSL/36-32/ EC50 ou 60/R
Cotes (en mm)				
Diamètre du verre	Øverre	36	36	36
Diamètre écrou serrage	ØEC	50 (ou 60)	50 (ou 60)	50 (ou 60)
Épaisseur glace	E1 mini	8	8	8
	E2 mini	NA	6	6
Épaisseur produit verrier	A maxi	15	22	32
Distance Face n°1/Attache	B mini	49	55	66
Épaisseur satellite attache	C	10 à 20	10 à 20	10 à 20
Longueur HT	D	96	102	113
Débattement queue rotule (en °)	β	10	10	10
Épaisseurs usuelles des produits verriers [autres épaisseurs envisageables]		8, 10, 12, 15	8+6, 8+8, (8+10), 10+8, 10+10	(10+12), 12+10, 12+12, 15+12

Figure 8 - Vitrage VECAFIX™-S, repérage des constituants et dimensions, fixations affleurantes type VSM/36 ou VSL/36

PAROI INCLINÉE SUSPENDUE : VITRAGE FEUILLETÉ UNIQUEMENT
Fixation ponctuelle avec platine type VSLP/36



REPERAGE DES CONSTITUANTS

Rep.	Désignation	Matière
1	Bague conique intercalaire	Aluminium AW5754 anodisé
2	Insert à tête fraisé	Acier inoxydable 1.4404
3	Axe à tête sphérique	Acier inoxydable 1.4418
4	Rondelle intercalaire	Polyéthylène noir
5	Écrou de serrage	Acier inoxydable 1.4404
6	Rondelles d'appui	Acier inoxydable 1.4301
7	Écrou	Acier inoxydable 1.4301
7*	Écrou auto freiné	Acier inoxydable 1.4301
8	Rondelles de compensation	EPDM
9	Platine	Acier inoxydable 1.4404

DIMENSIONS

Type de fixation ponctuelle		VSLP/36 (feuilleté)	
Désignation		SLP/36-26/EC60/R	SLP/36-33/EC60/R
Cotes (en mm)			
Diamètre du verre	Øverre	36	36
Diamètre écrou serrage	ØEC	60	60
Diamètre platine	ØP	60	60
Épaisseur glace	E1 mini	8	10 (8)
	E2 mini	8	10 (8)
Épaisseur produit verrier	A maxi	26	33
Distance Face n°1/Attache	B mini	60	67
Épaisseur satellite attache	C	10 à 20	10 à 20
Longueur Face n°1/queue filetée	Dp	107	114
Débattement queue rotule (en °)	β	10	10
Épaisseurs usuelles des produits verriers [autres épaisseurs envisageables]		8+8, 10+10, 12+12	(8+8), (10+10), 12+12

Figure9 - Vitrage VECAFIX™-S, repérage des constituants et dimensions, fixations avec platine type VSLP/36

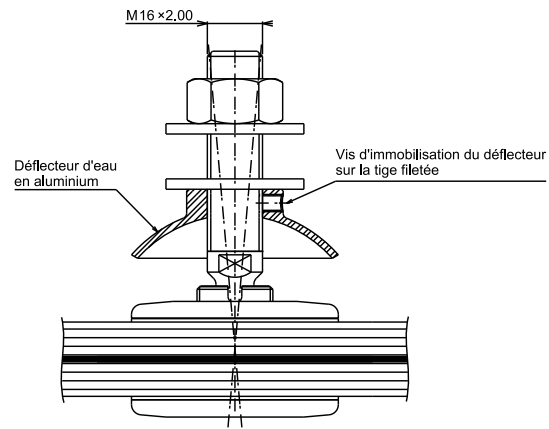


Figure10 - Fixation ponctuelle avec déflecteur d'eau pour utilisation avec vitrage VECAFIX™-S suspendu



Figure 11 - Marquage des fixations ponctuelles

Principe de la codification des attaches :

La lecture des attaches se fait dans le sens des aiguilles d'une montre, selon l'orientation indiquée sur la figure ci-dessous, et

- à partir du satellite supérieur gauche pour les attaches à bras longs
- à partir du bras supérieur pour les attaches à bras courts

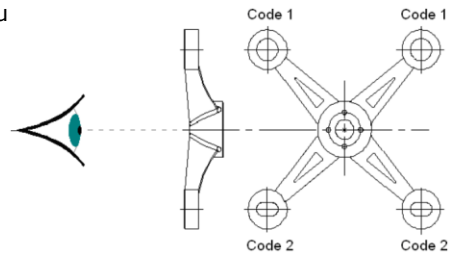
Un bras avec trou cylindrique a un code :

- 1 pour les bras longs
- 6 pour les bras courts

Un bras avec trou oblong a un code :

- 2 pour les bras longs
- 7 ou 8 pour les bras courts suivant l'orientation

L'absence de bras a pour code : 0








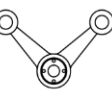
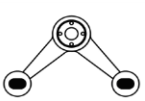
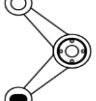
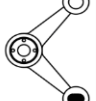
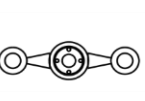
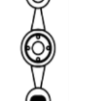
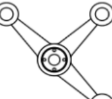



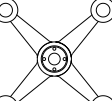
	Attaches à bras longs				Attaches à bras courts	
1 bras	 code: 1000	 code: 0020	 code: 0002		 code: 6000	 code: 0080
2 bras	 code: 1100	 code: 0022	 code: 1002	 code: 0120	 code: 0606	 code: 6080
3 bras	 code: 1120	 code: 1102	 code: 0122	 code: 1022		
4 bras	 code: 1122					

Figure 12 – codification des attaches

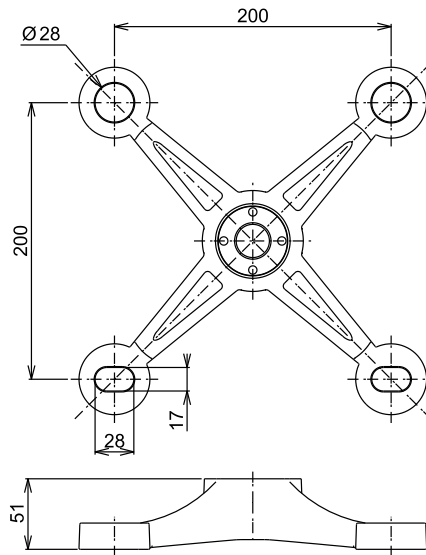


Figure 13 - Attache AT-01.51-I/1122 (4 branches)

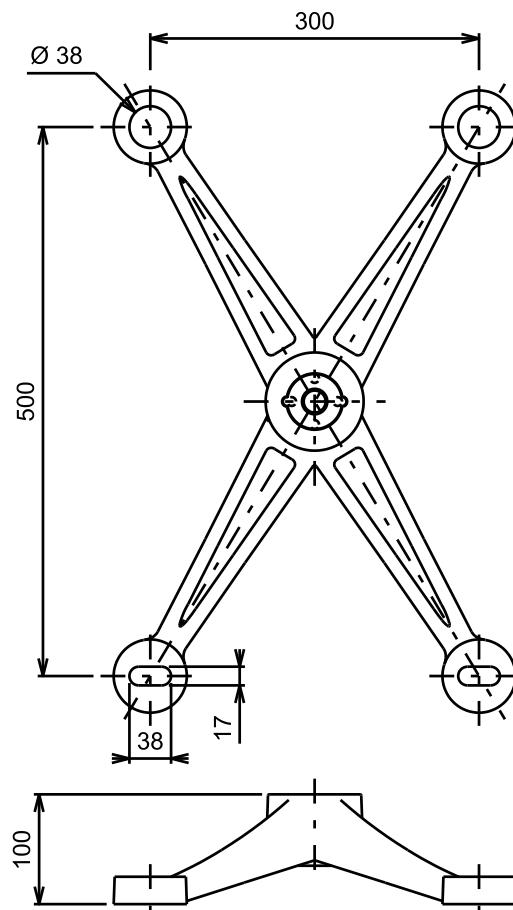


Figure 14 - Attache AT-01.100-I/1122 (4 branches)

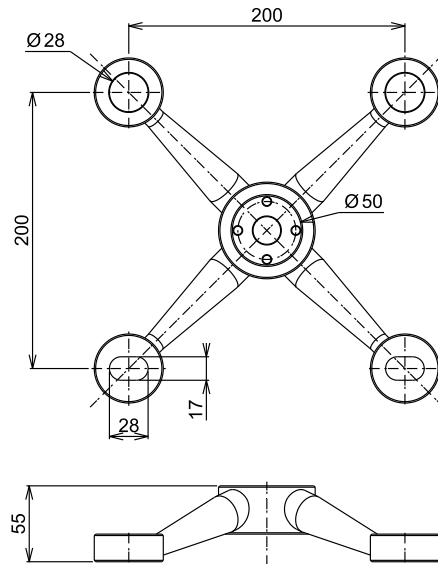


Figure 15 – Attache AT-03.55-I/1122 (4 branches)

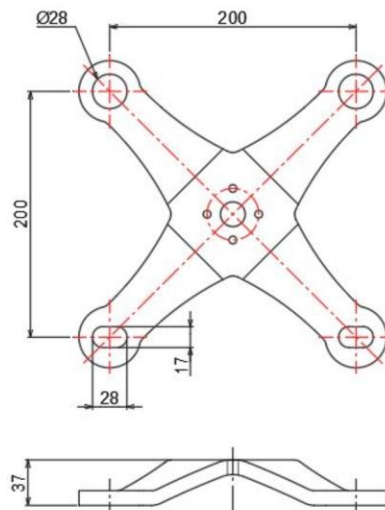


Figure 16 – Attache AT-04-37-I/1122 (4 branches)

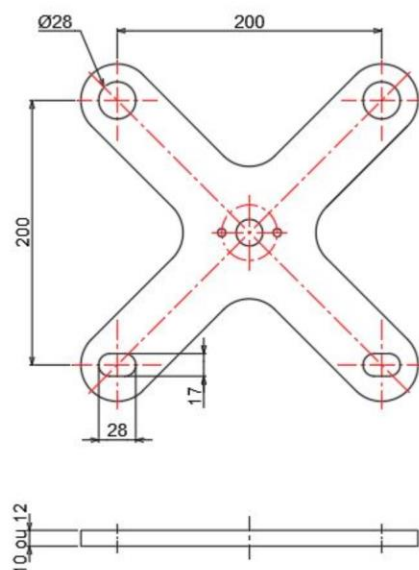


Figure 17 – Attache AT-05.10 ou 12-I/1122 (4 branches)

Attache		Modèle • Hauteur		Matière	Finition (*)		Code
AT	-	01 • 51	-	I (acier Inoxydable)	00 Brute (à peindre)	/	...
		01 • 100			01 Peinture RAL9006		1000
		03 • 55			01n Peinture RAL au choix		1100
		04 • 37			04 Satinée		1120
		05 • 10 ou 12			05 Brillante		1122
					06 Polissage miroir		0020
					07Brossage GR220		...



Exemple AT-01.51-I 01/1122

(*)Le choix de la finition se fait en fonction du modèle et de la protection souhaitée

Figure 18 – Nomenclature des différents modèles d'attaches

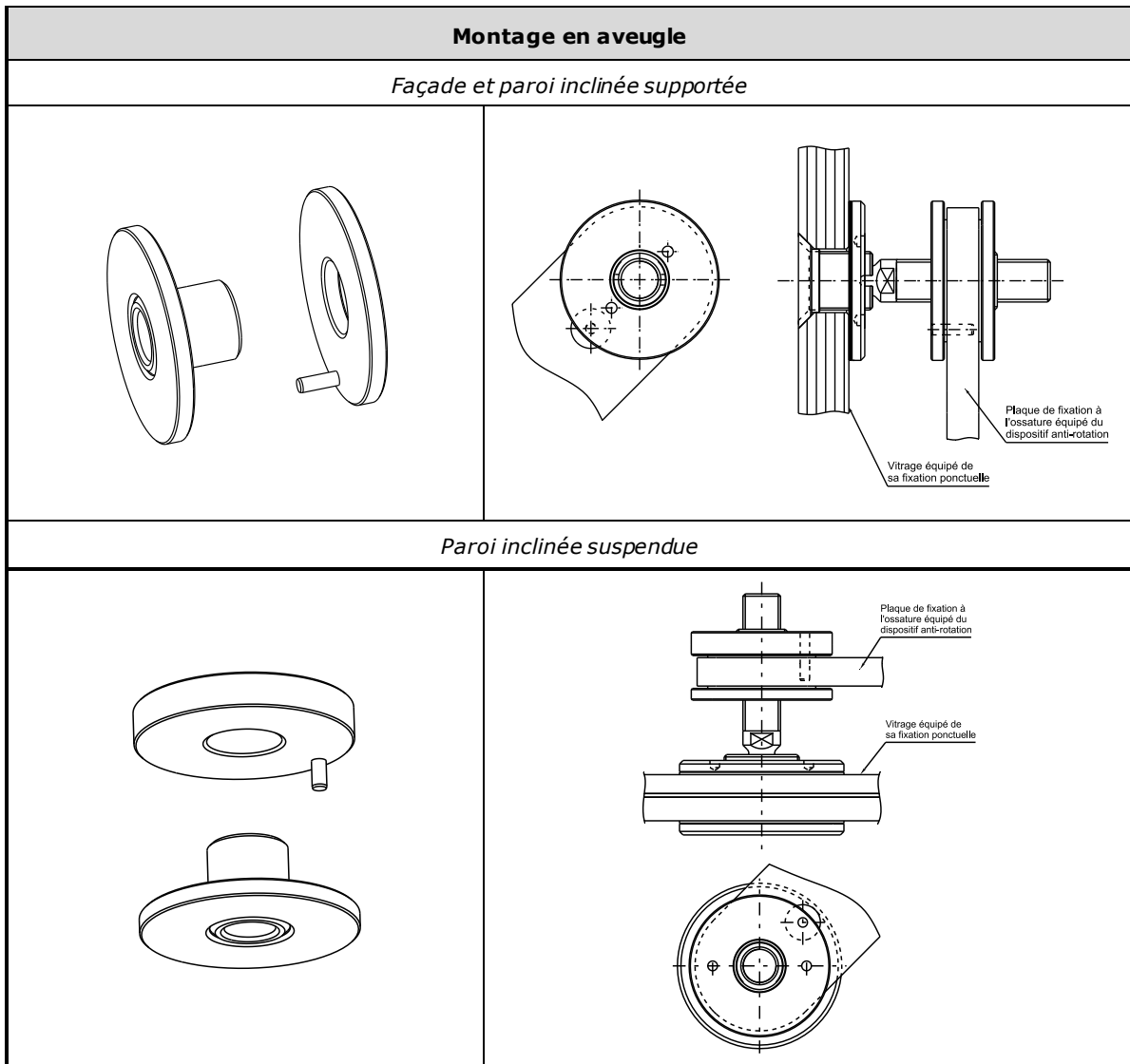


Figure 19 – Dispositif anti-rotation avec goupille pour montage en aveugle

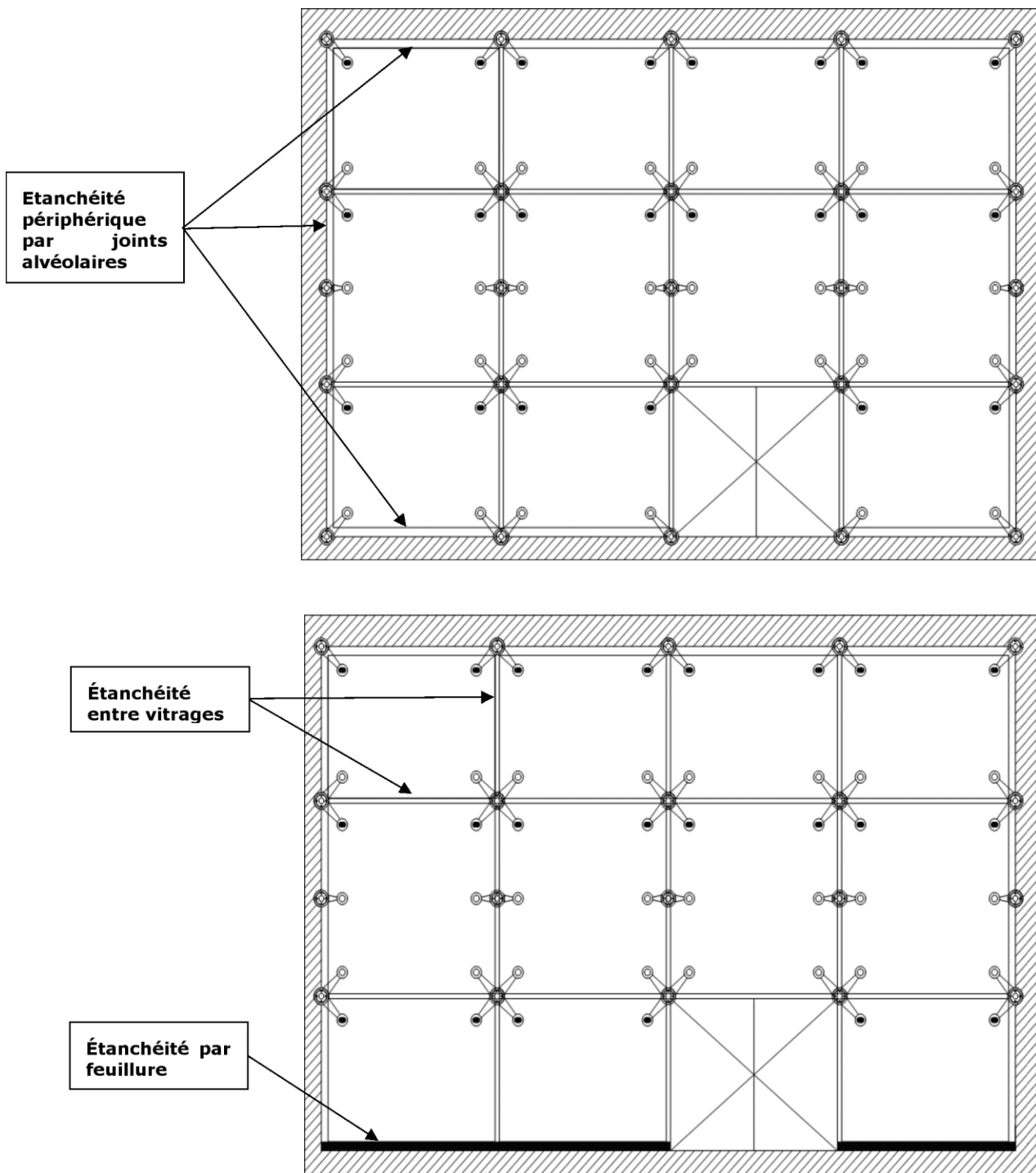
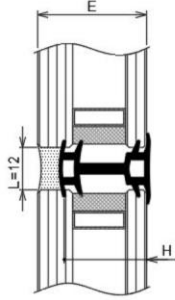
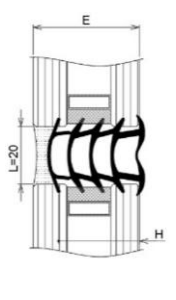
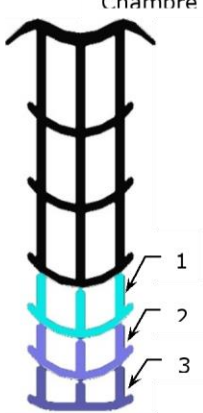
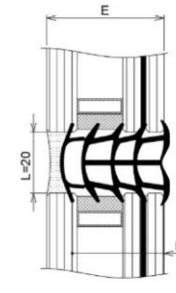
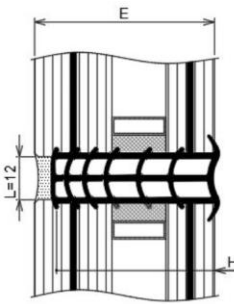
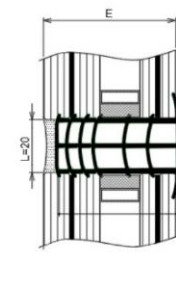
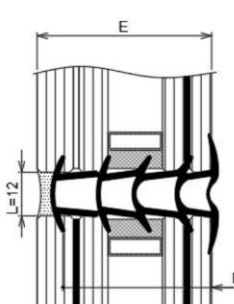
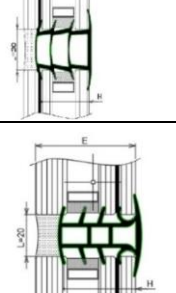
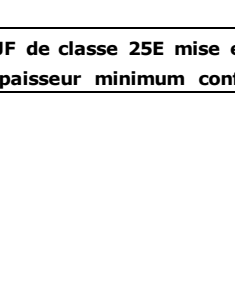





Figure 20 – Les éléments de l'étanchéité d'une paroi vitrée VEA

Étanchéité entre simples vitrages		
Épaisseurs vitrages (mm)	Référence	Sections caractéristiques
L = 10mm au calepinage		
E = 8 10	P1850SIP H = 3 mm	
E = (8) 10	P1491SIP H = 4.5 mm	
E = 12 (15)	P1368SIP H = 6 mm	
E = 15 8+6	P1324SIP H = 9 mm	
E = 8+8 10+8 (8+10) 10+10	P1369SIP H = 13 mm	
L = 12mm au calepinage		
E = 12+10 (10+12) 12+12	P1545SIP H = 15 mm	
E = 15+12	P1376SIP H = 19.5 mm (sans chambre)	
ZONE SISMIQUE - L = 20mm au calepinage		
E = 15	P1745SIP H = 7.5 mm	
E = 15 8+6	P1750SIP (large) H = 8.5 mm	
E = 8 + 8 10 + 8 (8+10) 10 +10	P2672SIP H = 12.5 mm	
E = 12+10 (10 +12) 12+12 15+12	P1746SIP ou P1748SIP (large) H = 17.5 mm	
<p>Nota : Le mastic silicone sous label SNJF de classe 25E mise en œuvre sur chantier côté extérieur doit être lissé plat avec une épaisseur minimum conformément à la norme NF DTU 44.1</p>		

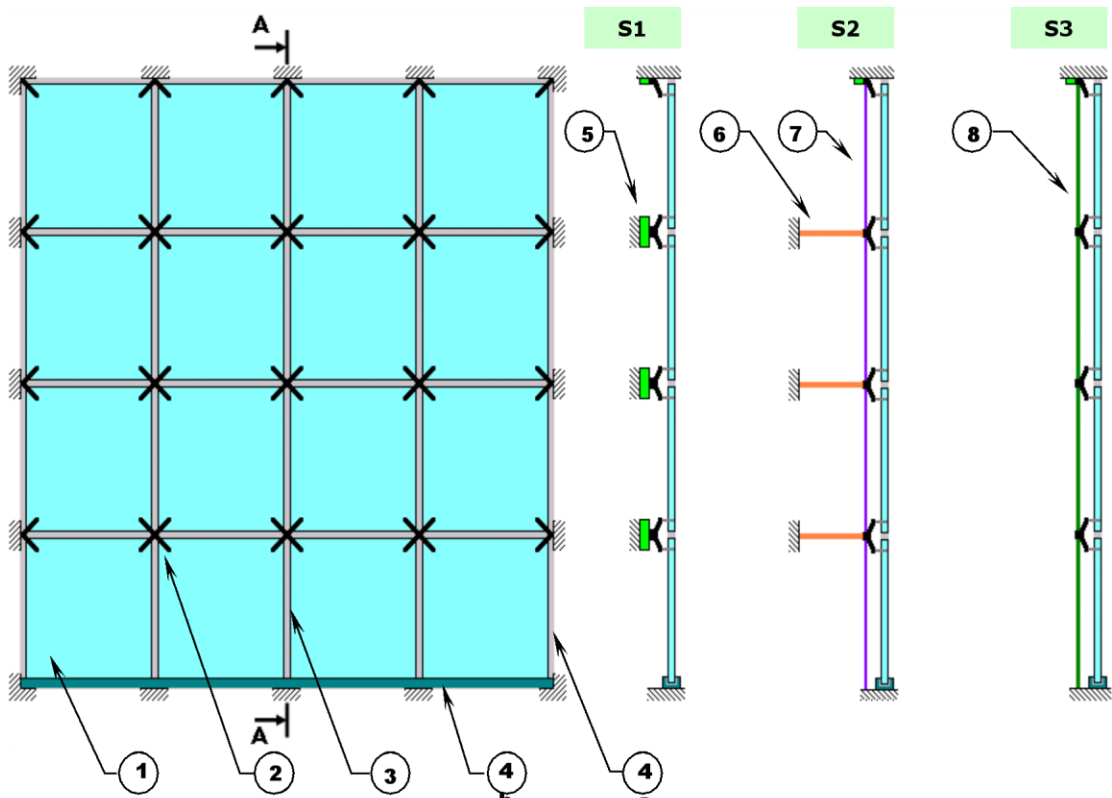
Figure21 – Joints courants d'étanchéité entre simples vitrages VECAFIX™-S et POINT S

Figure22 – Joints courants d'étanchéité entre doubles vitrages

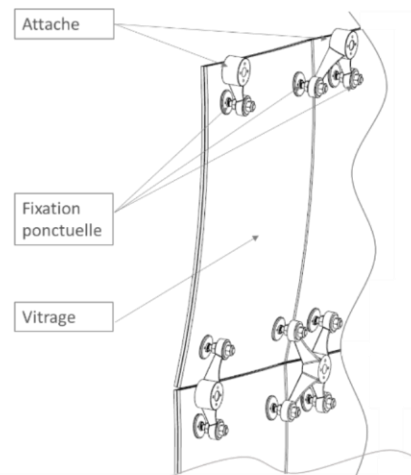
Double vitrage					
Épaisseurs vitrages	Référence	Sections caractéristiques	Épaisseurs vitrages	Référence	Sections caractéristiques
L = 12 mm au calepinage			L = 20 mm au calepinage		
E = 8//6 8//8 10//6	P2272SIP sans chambre H = 24 mm		E = 8//6 10//6 E = 12//10 12//12 10//6+6 12//6+6	P1340SIP Sans chambre P1340SIP Avec chambre n°1	
E = 10//8 10//10 12//10	P2682SIP sans chambre H = 27 mm	Chambre : 	E = 8//8 10//8	P1487SIP Sans chambre	
E = 12//12 15//12 10//6+6 10//6+6 12//6+6 15//6+6 8+8//6 8+8//8 10+8//6	P2682SIP avec chambre n°1 H = 33 mm		E = 12//12 15//12 12//6+6 15//6+6 8+8//6	P1487SIP Avec chambre n°1	
E = 12//8+8 15//8+8 10+8//10 10+10//8 10+10//10 8+8//6+6	P2682SIP avec chambres n°1 et 2 H = 38 mm		E = 12//8+8 15//6+6 8+8//8 10+8//8	J 28-44 Sis Avec chambre n°1 H = 33	
E = 10+10//12 10+10//6+6	P2682SIP avec chambres n°1, 2 et 3 H = 44 mm		E = 10+10//10 10+10//12 8+8//6+6	J 28-44 Sis Avec ch. n°1 et 2 J 28-44 Sis Avec ch. n°1, 2 et 3	
E = 8//6+6	P3210SIP (sans chambre) H = 27 mm		E = 10+8//10 10+10//8	P2407SIP Avec ch. n°1, 2 et 3	
E = 15//6+6 10+8//6+6	P3210SIP (avec chambre) H = 41 mm		E = 15//8+8	P3816SIP Avec ch. n°1, 2 et 3	
Le mastic silicone sous label SNJF de classe 25E mise en œuvre sur chantier côté extérieur doit être lissé plat avec une épaisseur minimum conformément à la norme NF DTU 44.					

Étanchéité périphérique de la paroi vitrée		
Épaisseurs vitrages	Référence	Sections caractéristiques
Liaison vitrage / gros œuvre		
E = 8 à 10 mm	P2073SIP <i>H = 45 ±10 mm au calepinage</i>	
E = 12 à 22 mm	P1818SIP <i>H = 30 ±10 mm au calepinage</i>	
E = 24 à 33 ou 52 mm	P2684SIP <i>H = 60 ±10 mm au calepinage</i>	
Liaison d'angle vitrage / vitrage		
E = 12 à 22 mm	P1817SIP <i>H = 30 ±10 mm au calepinage</i>	
E = 24 à 33 ou 52 mm	P2685SIP <i>H = 60 ±10 mm au calepinage</i>	
Liaison vitrage / vitrage		
E = 12 à 22 mm	P1975SIP <i>H = 40 ±10 mm au calepinage</i>	
E = 24 à 55 mm	P2683SIP <i>H = 80 ±10 mm au calepinage</i>	

Figure 23 – Joints courants d'étanchéité périphériques



Rep.	Système de vitrage extérieur attaché : composants du présent Avis Technique <i>VECAFIX®-S</i>
1	Vitrages équipés des fixations ponctuelles articulées (dans le présent ATec ou ATec spécifique)
2	Attaches : pièces de liaison à l'ossature
3	Systèmes d'étanchéité entre panneaux vitrés
4a	Systèmes d'étanchéité périphérique (vitrages/gros-œuvre et vitrages/vitrages avec angle entre parois)
4b	Système d'étanchéité avec prise en feuillure (rives latérales et/ou inférieures)



Rep.	Liaison à la structure principale, composants SECM en dehors du présent Avis Technique	
5	Connecteur de type Oméga I ou II ou HMX (reprise du poids propre et contreventement)	Système S1
6	Connecteur de type Sigma I ou II (contreventement)	Système S2
7	Câble précontraint (reprise du poids propre)	Système S2
8	Câbles précontraints (contreventement et/ou reprise du poids propre)	Système S3

Figure24 – Différents procédés systèmes de reprise des efforts

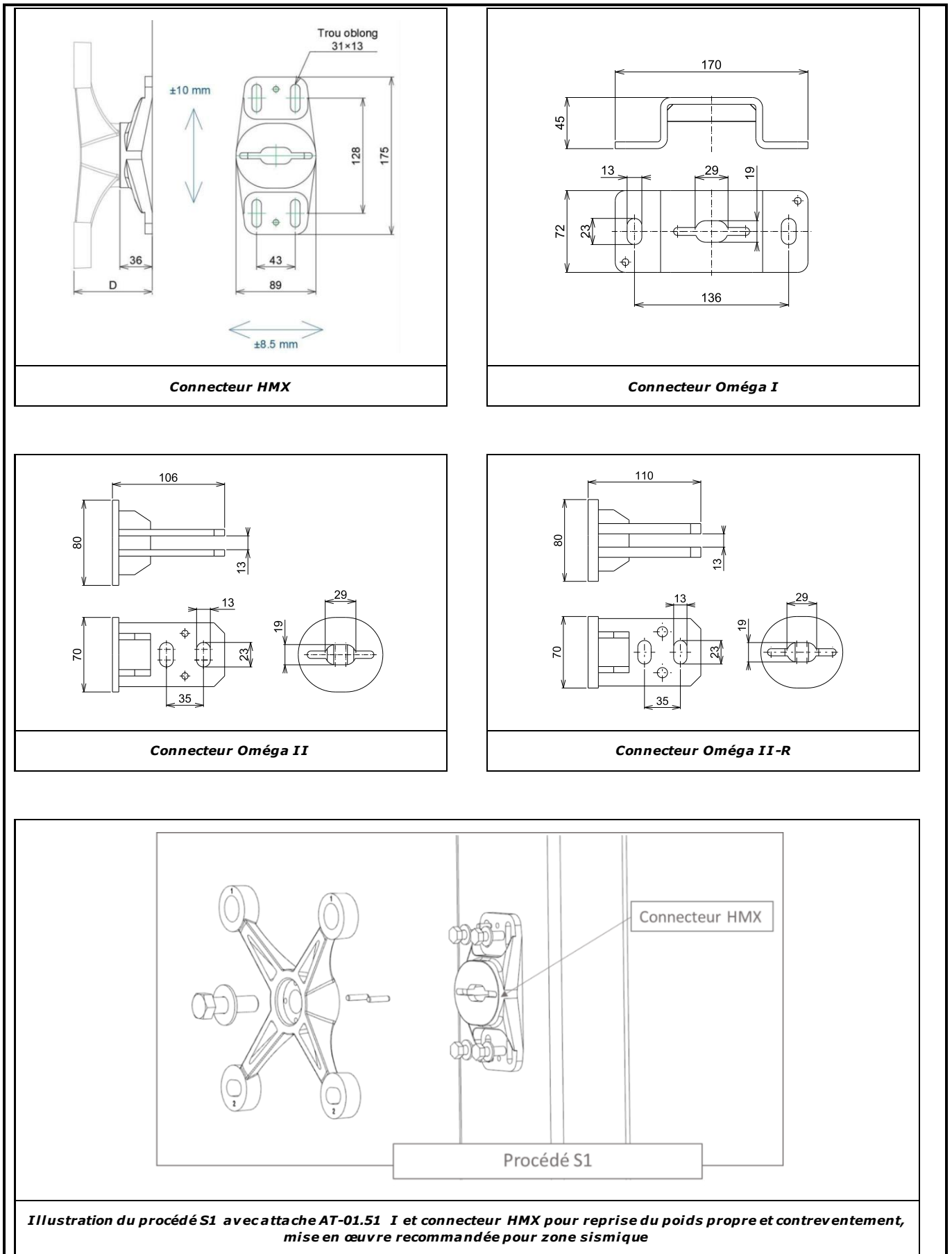


Illustration du procédé S1 avec attache AT-01.51 I et connecteur HMX pour reprise du poids propre et contreventement, mise en œuvre recommandée pour zone sismique

Figure 25 – Les connecteurs Oméga I, II et II-R et HMX et le procédé S1

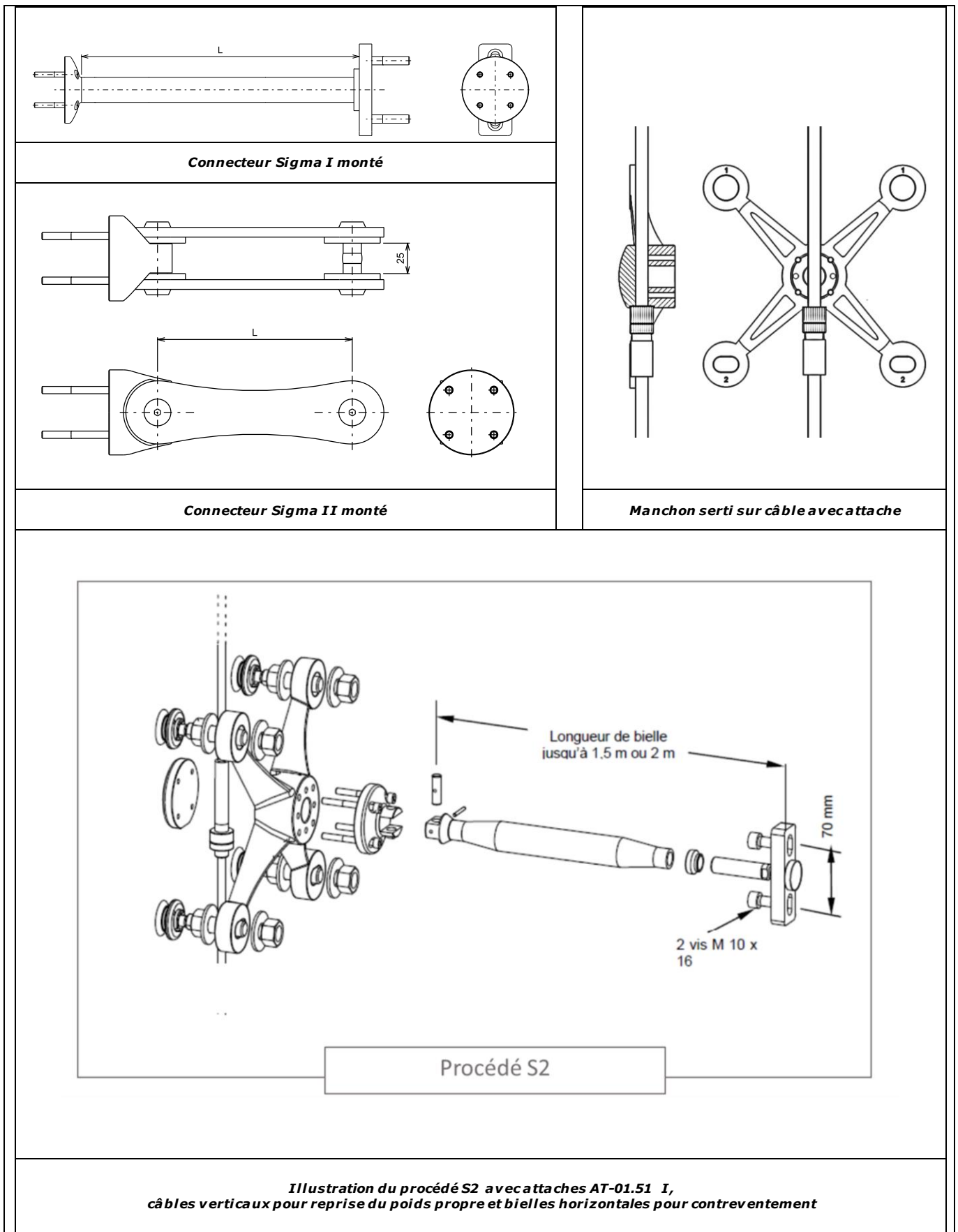


Illustration du procédé S2 avec attaches AT-01.51 I, câbles verticaux pour reprise du poids propre et bielles horizontales pour contreventement

Figure26 – Les connecteurs Sigma I et II et le procédé S2 et avec câble et bielle

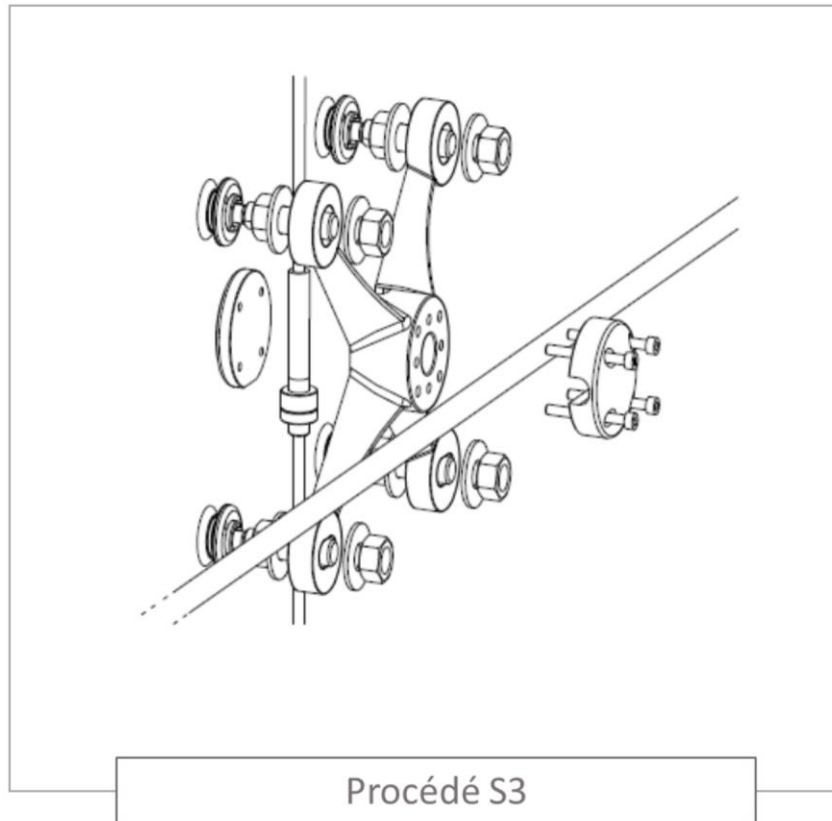
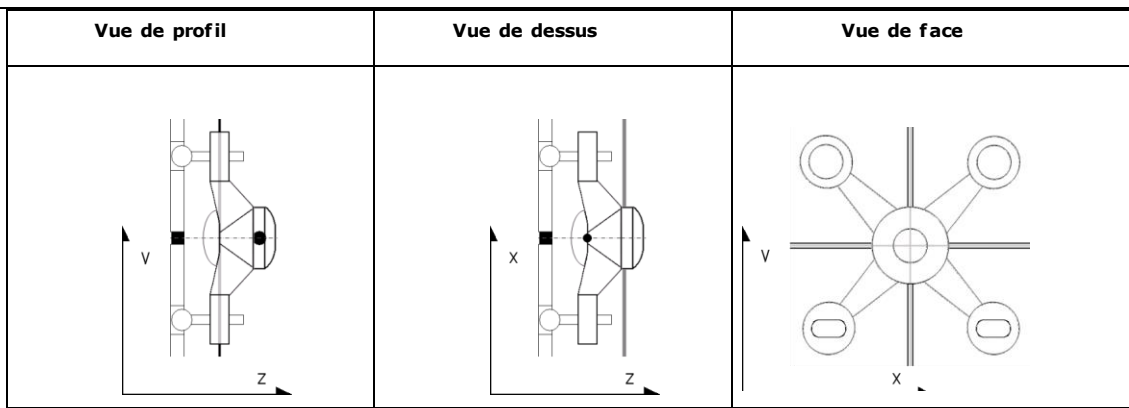


Illustration du procédé S3 avec attaches AT-01.51 I, câbles verticaux pour reprise du poids propre et câbles horizontaux pour contreventement.

Figure27 – Procédé S3 avec câbles

PERÇAGES DES COMPOSANTS VERRIERS DES VITRAGES VECAFIX™-S		ASSEMBLAGE DES VITRAGES VECAFIX™-S FEUILLETÉS
Fixation type VSM/36 ou VSL/36		Fixation type VSL/36
Trou fraisé	Trou cylindrique	Intercalaire PVB ou SentryGlas®
Verre 1 : E1= 8, 10, 12, 15mm	Verre 2 : E2= 6, 8, 10, 12mm	Verre 1 : E1= 8, 10, 12, 15mm Verre 2 : E2= 6, 8, 10, 12mm

Figure 28- Vitrages VECAFIX™-S : perçages des composants verriers et assemblage en feuilleté

Vitrages VECAFIX®-S équipés de fixations ponctuelles				VITRAGE MONOLITHIQUE				SIMPLE VITRAGE FEUILLETÉ							
Utilisation	Type de fixation	Désignation Fixation	Épaisseurs usuelles	8	10	12	15	8+6	8+8	10+8	10+10	12+10	12+12	15+12	
					Paroi courante	VSL/36	Affleurante	VSM/36-16/R							
				VSL/36-22/R	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
				VSL/36-32/R				■	■	■	■	■	■	■	■
	Paroi courante	VSL/36	Affleurante	VSL/36-22/R				■	■	■	■	■	■	■	■
				VSL/36-32/R				■	■	■	■	■	■	■	■
	Paroi courante	VSLP/36	avec Platine	VSLP/36-26/R				■	■	■	■	■	■	■	■
				VSLP/36-33/R				■	■	■	■	■	■	■	■

D'autres configurations sont possibles, après calculs spécifiques par SECM

Figure 29 - Compositions et utilisations des simples vitrages VECAFIX™-S équipés de fixations ponctuelles