



Guide d'agrément technique européen

Systemes de vitrages extérieurs collés (VEC)

Partie 1 : Systemes calés et non calés



European Organisation for Technical Approvals
Europäische Organisation für Technische Zulassungen
Organisation Européenne pour l'Agrément Technique

La version anglaise officielle de la présente partie 1 du Guide d'Agrément Technique Européen n° 002 a été traduite en français sous la responsabilité du CSTB



Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2000



European Organisation for Technical Approvals
Europäische Organisation für Technische Zulassungen
Organisation Européenne pour l'Agrément Technique

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment est membre de l'EOTA

ETAG n° 002 (édition 1999)

GUIDE D'AGRÉMENT TECHNIQUE EUROPÉEN
SUR LES
SYSTÈMES DE VITRAGES EXTÉRIEURS COLLÉS (VEC)

Partie 1 :

SYSTÈMES CALÉS ET NON CALÉS

EOTA, rue du Trône - 12 Troonstraat, B-1000 Brussels

Systemes calés et non calés

Section 1 : Introduction	6	4.0.3	Relation entre Exigences Essentielles et caractéristiques des produits	13
1 Remarques préliminaires	6	4.1	Résistance mécanique et stabilité (ER1).....	14
1.1 Bases juridiques	6	4.2	Sécurité en cas d'incendie (ER2).....	14
1.2 Statut des guides ATE.....	6	4.3	Hygiène, santé et environnement (ER3)	14
2 Domaine d'application	6	4.3.1	Perméabilité à l'air.....	14
2.1 Domaine d'application du Guide.....	6	4.3.2	Qualité de l'air (émission de polluants/ substances dangereuses).....	14
2.2 Classes d'utilisation	8	4.3.3	Humidité.....	14
3 Terminologie	8	4.4	Sécurité d'utilisation (ER4)	14
3.1 Terminologie commune et abréviations	8	4.4.1	Gravité	15
3.1.1 Ouvrages et produits	8	4.4.2	Effets des charges dues au vent et à la neige	15
3.1.2 Performances	8	4.4.3	Effets des mouvements du bâtiment	15
3.1.3 Terminologie spécifique au Guide	9	4.4.4	Effets de la température et de la pression barométrique.....	15
3.1.4 Durée de vie.....	9	4.4.5	Effets de l'eau	15
3.1.5 Conformité	9	4.4.6	Actions accidentelles.....	15
3.1.6 Abréviations.....	10	4.4.7	Hauteur d'allège.....	15
3.2 Terminologie particulière	10	4.5	Protection contre le bruit (ER5)	15
Section 2 : Guide pour l'évaluation de l'aptitude à l'emploi	12	4.6	Économies d'énergie et isolation thermique (ER6).....	16
4 Exigences (relatives aux ouvrages et identification des aspects liés aux produits)	12	4.6.1	Isolation thermique.....	16
4.0 Généralités	12	4.6.2	Perméabilité à l'air.....	16
4.0.1 Durée de vie raisonnable du point de vue économique.....	12	4.7	Durabilité	16
4.0.2 Considérations préliminaires.....	12	4.8	Accessoires et produits annexes.....	16
		4.9	Vérifications nécessaires en cas d'échange de composants ou de fournisseurs	16

Section 1 : Introduction

1 Remarques préliminaires

1.1 Bases juridiques

Le présent Guide d'Agrément Technique Européen a été établi en totale conformité avec les dispositions de la Directive du Conseil 89/106/EC (Directive Produits de Construction DPC), en respectant les étapes suivantes :

Délivrance par la CE du mandat final		18 avril 1996
Adoption du Guide par l'EOTA (Commission exécutive)		2 juin 1998
Approbation du document par la CE	Avis du Comité Permanent de la Construction	1 ^{er} juillet 1998
	Lettre de la CE du	30 juin 1998

Le présent document est publié par les Etats Membres dans leur langue officielle ou dans les langues précisées à l'Article 11.3 de la Directive Produits de Construction.

1.2 Statut des guides ATE

1.2.1 Un ATE correspond à l'un des deux principaux types de spécifications techniques au sens de la Directive Produits de Construction de la CE (89/106/EEC). Ce qui signifie que les Etats Membres doivent présumer que les produits approuvés sont adaptés à l'utilisation prévue, c'est-à-dire, par exemple, qu'ils permettront aux ouvrages dans lesquels ils sont utilisés, de satisfaire les exigences essentielles pendant une durée de vie utile raisonnable sur le plan économique, à condition que :

- les ouvrages aient été correctement conçus et exécutés,
- la conformité des produits avec l'ATE ait été correctement attestée.

1.2.2 Un Guide ATE constitue la base des Agréments Techniques Européens, c'est-à-dire la base de l'évaluation technique de l'aptitude à l'emploi pour une utilisation prévue (1).

Les Guides ATE expriment l'interprétation commune, par les organismes d'agrément, des dispositions de la Directive Produits de Construction de la CE (DPC) et des Documents Interprétatifs (DI) pour les produits et les usages concernés, établis dans le cadre d'un mandat donné par la Commission de la CE, après consultation du Comité Permanent de la Construction de la CE.

1. Un Guide ATE n'est pas, à proprement parler, une spécification technique au sens de la Directive Produits de Construction.

1.2.3 Les Guides ATE sont d'application obligatoire pour la délivrance d'ATE des produits concernés pour un usage prévu, lorsqu'ils sont acceptés par la Commission de la CE après consultation du Comité Permanent de la Construction de la CE, et qu'ils sont publiés par les Etats Membres dans leur(s) langue(s) officielle(s).

Pour un produit et son emploi prévu, l'application du Guide ATE et la conformité aux critères de ce Guide doivent faire l'objet d'une évaluation au cas par cas par un organisme d'agrément habilité.

La satisfaction aux critères d'un guide ATE (examens, essais et évaluations) ne peut conduire à la présomption d'aptitude à l'emploi qu'au travers de cette évaluation au cas par cas.

Les produits qui ne sont pas du domaine d'un Guide ATE peuvent être pris en considération, le cas échéant, dans le cadre de la procédure d'agrément sans guide conformément à l'Article 9.2 de la Directive Produits de Construction.

Les exigences qui figurent dans les Guides ATE sont exposées en termes d'objectifs et d'actions appropriées correspondantes à prendre en compte. Les Guides ATE précisent des valeurs et des caractéristiques ; la conformité avec ces valeurs et caractéristiques permet de supposer que les exigences établies sont satisfaites, chaque fois que l'état de la technique l'autorise. Les Guides ATE peuvent indiquer d'autres possibilités pour démontrer que les exigences sont satisfaites.

2 Domaine d'application

2.1 Domaine d'application du Guide

Le présent Guide s'applique aux Systèmes de Vitrages Extérieurs Collés (VEC) (2) utilisés en façades et toitures, totales ou partielles, comprenant des vitrages verticaux ou inclinés jusqu'à 7° au-dessus de l'horizontale (voir figures 1, 3 et 4). Cette partie du Guide renferme les exigences générales relatives à l'appréciation des systèmes, et les exigences spécifiques concernant les systèmes calés (types I et II) et non calés (types III et IV) (voir figure 1), pour lesquels les plages de collage sont du verre clair ou avec revêtement inorganique, et de l'aluminium anodisé ou de l'acier inoxydable. D'autres parties du document à venir viseront les exigences spécifiques nécessaires à l'appréciation de l'emploi du vitrage avec revêtement organique (opacifiant), l'utilisation de l'aluminium avec revêtement autre que traitement anodique, et l'utilisation de coupures thermiques pour les cadres des systèmes VEC.

2. NDLR : Le terme anglais « Structural Sealant Glazing Systems » (SSGS) (Systèmes de vitrages à collage structural) est traduit par Systèmes de Vitrages Extérieurs Collés (VEC) qui correspond mieux à l'usage en France. Toutefois, il faut noter que le « SSGS » peut concerner également le mastic de scellement d'un vitrage isolant.

Les autres parties du Guide doivent être utilisées conjointement, le cas échéant, et en liaison avec le document général, comme spécifié.

Les systèmes de Vitrages Extérieurs Collés impliquent l'utilisation de la technique de collage du vitrage pour répartir les charges vers l'ossature de la façade par l'intermédiaire d'un mastic de collage et d'un cadre support de collage.

En général, les systèmes apparaissent sur le marché sous forme de « kit » de composants (se référer au document d'information de la CE « Traitement des kits et systèmes selon la Directive Produits de Construction »), donnant au concepteur le choix des composants requis pour une façade particulière.

L'ATE donne des précisions sur les composants qu'il vise, dont l'utilisation doit respecter les règles de calcul et le guide d'installation du détenteur de l'ATE. Habituellement, certains composants sont fabriqués par le détenteur de l'ATE, d'autres sont réalisés par d'autres fabricants.

Le présent Guide couvre les aspects de performance d'une façade affectée par la mise en œuvre d'un Système de Vitrage Extérieur Collé tel qu'indiqué en figure 3, et prévoit les options possibles avec le kit. Les composants du kit peuvent comprendre les éléments d'ossature de la façade, mais ceux-ci ne sont pas visés par le présent Guide (les éléments sont représentés par des pointillés en figure 4). Toutefois, il faut en tenir compte en liaison avec les conditions préalables données au chapitre 7.

Les systèmes VEC peuvent être réalisés de quatre manières différentes, décrites ci-dessous au tableau 1 et représentées en figure 1.

Des dispositifs destinés à réduire le danger en cas de défaillance du collage peuvent être exigés par la réglementation nationale

Plusieurs restrictions générales sont nécessaires à la compréhension commune :

- le mastic de collage est en silicone sous forme de cordon linéaire,
- la conception peut comporter des discontinuités au niveau du mastic de collage, mais aucun bord ne peut être laissé entièrement libre ; certains bords peuvent être pris en feuillure (ou parclosés),
- le mastic de collage doit être appliqué en usine.

En temps voulu, d'autres parties du Guide peuvent être publiées pour réduire ces limites.

Les concepteurs du système sont supposés respecter les règles de l'art relatives, par exemple, aux conditions d'approvisionnement du verre (propreté, absence de défauts, etc.) et d'emploi (utilisation de verre renforcé thermiquement ou feuilleté, etc., le cas échéant). Ces questions ne sont pas traitées dans le présent Guide puisqu'elles font l'objet de codes et de normes. Cependant, il existe plusieurs exigences importantes directement liées à la conception des systèmes VEC. Bien qu'elle ne soit pas exhaustive, la liste suivante présente certaines de ces exigences :

- Le verre ne peut être usiné (par exemple, pour installer des dispositifs de sécurité) que par et/ou en accord avec le fabricant de verre.
- Le verre doit être choisi en s'assurant qu'il puisse transmettre en toute sécurité les charges dues au vent vers le cadre support de collage par l'intermédiaire du mastic de collage, conformément aux règles de calcul nationales.
- L'adhérence du mastic de collage sur trois surfaces n'est pas admise (voir figure 2). L'adhérence à un intercalaire dans un vitrage isolant fait exception à cette exigence.

Tableau 1 - Types de systèmes VEC

Type I	Transfert mécanique du poids propre du remplissage vers le cadre support de collage et de là, vers la structure. Le mastic de collage transfère toutes les autres actions. Des dispositifs sont utilisés pour réduire le danger en cas de défaillance du collage.
Type II	Transfert mécanique du poids propre du remplissage vers le cadre support de collage et de là, vers la structure. Le mastic de collage transfère toutes les autres actions et aucun dispositif n'est utilisé pour réduire le danger en cas de défaillance du collage.
Type III	Le mastic de collage transfère toutes les actions, y compris le poids propre du remplissage vers le cadre support de collage et de là, vers la structure au moyen de ce mastic de collage. Des dispositifs sont utilisés pour réduire le danger en cas de défaillance du collage.
Type IV	Le mastic de collage transfère toutes les actions, y compris le poids propre du remplissage vers le cadre support de collage et de là, vers la structure. Aucun dispositif n'est utilisé pour réduire le danger en cas de défaillance du collage.

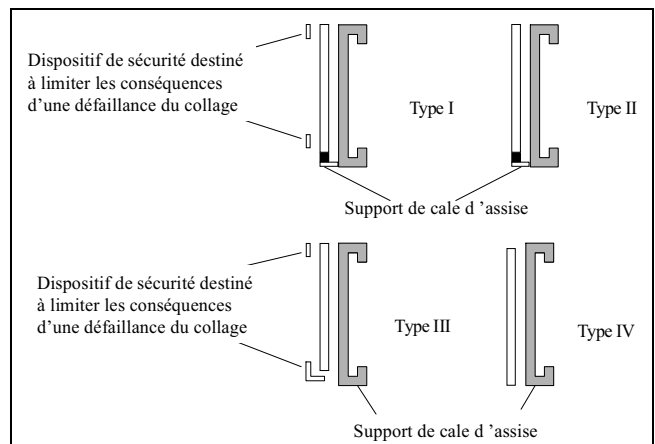
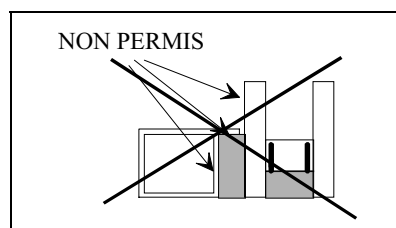


Figure 1 - Exemples schématiques illustrant les différents types de VEC



**Figure 2
Collage sur trois surfaces non admis**

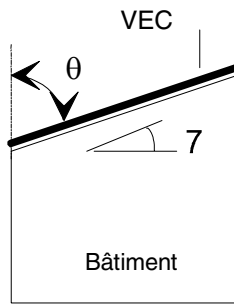


Figure 3 - Inclinaison admissible

- L'angle θ représente le champ d'inclinaison admissible au-dessus de 7° par rapport à l'horizontale (voir figure 3).
- Ces spécifications ne s'appliquent pas à un système composite pour lequel le composant intérieur du vitrage isolant est fixé mécaniquement et le composant extérieur est retenu par un mastic de collage.
- Les systèmes VEC de types III et IV ne s'appliquent qu'aux vitrages monolithiques. Pour les vitrages isolants ou pour le verre feuilleté, chaque composant doit être calé (type I ou II).

2.2 Classes d'utilisation

La spécification de certains systèmes VEC et l'approche liée à leur appréciation nécessitent l'application d'une Classe d'Utilisation relative à l'aspect de performance suivant.

Utilisation à basse température

Si le fabricant le précise, les systèmes peuvent être testés à très basse température (voir 5.1.4.1) afin d'apprécier leur aptitude à l'emploi dans les régions froides telles que les pays nordiques, par exemple.

3 Terminologie

3.1 Terminologie commune et abréviations

3.1.1 Ouvrages et produits

3.1.1.1 Ouvrages de construction (et parties d'ouvrages) (souvent désignés uniquement par « ouvrages ») (DI 1.3.1)

Tout ce qui est construit ou qui résulte d'opérations de construction et est fixé au sol. (Cette définition couvre à la fois les bâtiments et les ouvrages de génie civil, ainsi que les éléments structuraux et non structuraux).

3.1.1.2 Produits de construction (souvent désignés uniquement par « produits ») (DI 1.3.2)

Produits qui sont fabriqués pour être incorporés de manière permanente aux ouvrages et mis sur le marché en tant que tels. (Ce terme couvre les matériaux, éléments, composants et systèmes préfabriqués ou installations).

3.1.1.3 Incorporation (de produits dans des ouvrages) (DI 1.3.2)

L'expression « incorporation d'un produit de manière permanente dans des ouvrages » signifie que :

- son retrait de l'ouvrage réduit les capacités de performance de celui-ci, et
- que le démontage ou le remplacement du produit représentent des opérations qui impliquent des activités de construction.

3.1.1.4 Emploi prévu (DI 1.3.4)

Rôle(s) que le produit est destiné à jouer pour satisfaire les exigences essentielles.

3.1.1.5 Exécution (format ETAG)

Ce mot est utilisé dans le présent document pour couvrir tous les types de techniques d'incorporation telles que la mise en œuvre, l'assemblage, l'incorporation, etc.

3.1.2 Performances

3.1.2.1 Aptitude à l'emploi prévu (de produits) (DPC 2.1)

Cette expression signifie que les produits ont des caractéristiques telles que les ouvrages dans lesquels ils doivent être incorporés, assemblés, appliqués ou installés, peuvent, s'ils sont correctement conçus et réalisés, satisfaire aux exigences essentielles.

N.B. : Cette définition ne couvre que l'aptitude prévue pour un emploi prévu, pour autant que cet emploi relève de la Directive Produits de Construction.

3.1.2.2 Aptitude à l'usage (d'ouvrages)

Désigne l'aptitude des ouvrages à remplir la fonction prévue et, notamment, à satisfaire les exigences essentielles applicables à cette fonction.

Les produits doivent convenir aux ouvrages de construction qui (en totalité et en partie) correspondent à l'emploi prévu, sous réserve d'une maintenance normale, pour une durée de vie économiquement raisonnable. Les exigences portent généralement sur des actions qui sont prévisibles (DPC Annexe I, Préambule).

3.1.2.3 Exigences essentielles (pour les ouvrages)

Ce sont les exigences applicables aux ouvrages, qui peuvent avoir une influence sur les caractéristiques techniques d'un produit et qui sont définies dans les objectifs de la DPC, Annexe I (DOC, art. 3.1).

3.1.2.4 Performances (des ouvrages, parties d'ouvrages ou produits) (DI 1.3.7)

Expression quantitative (valeur, qualité, classe ou niveau) du comportement des ouvrages, parties d'ouvrages ou de produits, pour une action à laquelle ils sont soumis ou qu'ils génèrent dans les conditions d'usage prévues (ouvrages ou parties d'ouvrages), ou dans les conditions d'emploi prévues (produits).

3.1.2.5 Actions (sur des ouvrages ou parties d'ouvrages) (DI 1.3.6)

Conditions d'emploi des ouvrages qui peuvent avoir une influence sur la conformité des ouvrages avec les exigences essentielles de la Directive, et qui sont le fait d'agents mécaniques, chimiques, biologiques, thermiques ou électromécaniques agissant sur les ouvrages ou sur des parties d'ouvrages.

3.1.2.6 Classes ou niveaux (pour les exigences essentielles, pour les performances et pour les caractéristiques de comportement des produits associés) (DI 1.2.1)

Classification des performances de produits exprimées sous la forme d'une gamme de niveaux d'exigences des ouvrages, déterminé dans les DI ou conformément à la procédure prévue à l'art. 20.2a de la DPC.

3.1.3 Terminologie spécifique au Guide

3.1.3.1 Exigences (pour les ouvrages)

Expression et application, plus détaillées et en termes applicables à l'objet du présent Guide, des exigences appropriées de la DPC (données sous forme concrète dans les DI et spécifiées par ailleurs dans le mandat) pour des ouvrages ou des parties d'ouvrages, en tenant compte de leur durabilité et de leur aptitude à l'usage.

3.1.3.2 Méthodes de vérification (de produits)

Il s'agit de méthodes de vérification utilisées pour déterminer les performances caractéristiques des produits par rapport aux exigences sur les ouvrages (calculs, essais, connaissances techniques, évaluation de l'expérience de chantier, etc.).

3.1.3.3 Spécifications (pour des produits)

Transposition des exigences dans des termes précis et mesurables (dans la mesure du possible et proportionnellement à l'importance du risque) ou qualitatifs, concernant les produits et leur emploi prévu.

3.1.4 Durée de vie

3.1.4.1 Durée de vie (d'ouvrages ou parties d'ouvrages) (DI 1.3.5(1))

Période pendant laquelle les performances seront maintenues à un niveau compatible avec la satisfaction des exigences essentielles.

3.1.4.2 Durée de vie (de produits)

Période pendant laquelle les performances du produit sont maintenues, dans les conditions d'usage correspondantes, à un niveau compatible avec les conditions d'emploi prévues.

3.1.4.3 Durée de vie raisonnable du point de vue économique (DI 1.3.5(2))

Durée de vie qui tient compte de tous les aspects utiles tels que le coût de la conception, de la construction et d'exploitation, le coût découlant d'inaptitudes à l'emploi, des risques et des conséquences de ruine de l'ouvrage pendant sa durée de vie et le coût de l'assurance pour couvrir ces risques, la rénovation partielle prévue, le coût des inspections, de la maintenance, de l'entretien et des réparations, le coût de gestion, le coût relatif aux aspects d'élimination et d'environnement.

3.1.4.4 Maintenance (d'ouvrages) (DI 1.3.3(1))

Ensemble de mesures préventives ou non qui sont appliquées aux ouvrages afin que ces derniers remplissent toutes leurs fonctions pendant leur durée de vie. Ces mesures comprennent le nettoyage, l'entretien, la remise en peinture, les réparations, le remplacement des parties d'ouvrages lorsque cela est nécessaire, etc.

3.1.4.5 Maintenance normale (d'ouvrages) (DI 1.3.3(2))

Maintenance, comportant normalement des inspections, qui intervient à des fréquences telles que le coût de l'intervention ne soit pas disproportionné par rapport à la valeur de la partie des ouvrages en cause et ce, compte tenu des coûts induits (exploitation, par exemple).

3.1.4.6 Durabilité (des produits)

C'est l'aptitude des produits à contribuer à la durée de vie des ouvrages en conservant leurs performances, sous les conditions d'usage correspondantes, à un niveau compatible avec le respect par les ouvrages des exigences essentielles.

3.1.5 Conformité

3.1.5.1 Attestation de conformité (des produits)

Dispositions et procédures exposées dans la DPC et établies conformément à la Directive, visant à garantir qu'avec une probabilité acceptable, les performances spécifiées des produits sont respectées tout au long de la production.

3.1.5.2 Identification (d'un produit)

Caractéristiques d'un produit et méthodes pour les vérifier, permettant une comparaison entre un produit donné et celui décrit dans la spécification technique.

3.1.6 Abréviations

3.1.6.1 Abréviations relatives à la Directive Produits de Construction

AC	: Attestation de conformité
CCE	: Commission de la Communauté Européenne
CEN	: Comité européen de normalisation
DPC	: Directive Produits de Construction
CE	: Communauté Européenne
EFTA	: European free trade association
EN	: Norme Européenne
CF	: Contrôle de fabrication
DI	: Documents interprétatifs de la DPC
ISO	: International standardisation organisation
SCC	: Standing committee for construction of the EC.

3.1.6.2 Abréviations relatives aux agréments

EOTA	: European Organisation for Technical Approvals
ATE	: Agrément Technique Européen
ETAG	: European Technical Approval Guideline (Guide pour l'agrément Technique Européen)
TB	: EOTA Technical Board
UEAtc	: Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction.

3.1.6.3 Abréviations générales

VI	: Vitrage isolant
VEC	: Vitrage Extérieur Collé
TC	: Technical Committee
WG	: Working Group.

3.2 Terminologie particulière

Cette terminologie est présentée à la figure 4 - coupe verticale d'un système supporté. Le drainage n'est pas représenté.

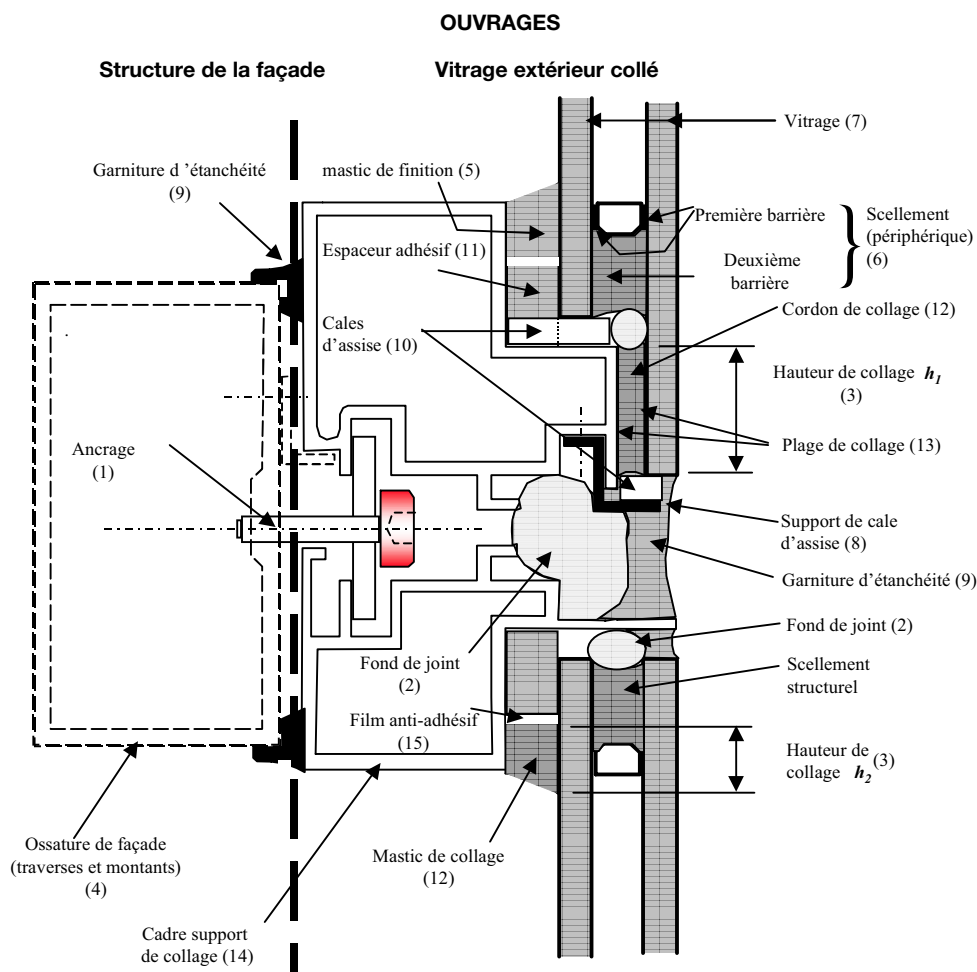


Figure 4 - Vitrage Extérieur Collé - coupe verticale
(illustration destinée uniquement à la terminologie)

Les numéros correspondent à ceux de la figure 4

(1) Ancrage	Ancrage du cadre support de collage sur l'ossature de la façade
(2) Fond de joint	Bande continue préformée limitant la section, la hauteur d'un cordon de mastic d'étanchéité
(3) Hauteur de collage	Dimension du mastic de collage mesurée parallèlement au vitrage au niveau d'un panneau. Ce terme fait également référence à la même dimension du mastic de scellement d'un vitrage isolant
(4) Ossature de la façade	Éléments auxquels est relié le cadre support de collage et qui transmettent les charges au bâtiment
(5) Mastic de finition	Cordon de mastic formé en solin de section convenable, qui lorsqu'il est extrudé, constitue une barrière à l'air et à l'eau satisfaisante ou profilé d'étanchéité de section adaptées
(6) Scellement (périphérique)	Ensemble des éléments disposés à la périphérie des vitrages isolants assurent un scellement étanche. Résiste à la pénétration d'eau et de vapeur d'eau, à la lumière et à l'ozone tout en permettant le déplacement des vitrages sous les effets du vent ou d'autres charges. Dans certaines configurations, ce système de scellement peut avoir des fonctions « structurelles ». Note du traducteur : on entend par fonction ou rôle structurel le fait que le mastic de scellement transmet les charges climatiques au composant intérieur du VI
(7) Vitrage	Élément en verre constituant soit : – un vitrage simple (monolithique ou feuilleté), – un vitrage isolant (VI) prévu pour l'emploi en VEC. Un vitrage isolant peut être de deux types : un vitrage isolant à bords alignés pour lequel les deux composants verriers ont la même dimension nominale ; un vitrage isolant à bords décalés pour lequel les deux composants verriers ont des dimensions différentes.
(8) Support de cale d'assise	Élément situé sous le bord inférieur du vitrage, qui transfère le poids du vitrage au cadre support de collage
(9) Mastic d'étanchéité	Cordon de mastic élastique ou profilé d'étanchéité de section convenable, constituant une barrière satisfaisante à l'air et à l'eau
(10) Cales d'assise	Éléments porteurs situés entre le support mécanique du poids propre et un bord inférieur du vitrage, afin de positionner le vitrage dans le cadre support de collage
(11) Espaceur adhésif	Bande continue préformée définissant la section du cordon de mastic de collage et servant à positionner et à aligner le verre par rapport au cadre support de collage
(12) Mastic de collage	Cordon de mastic élastique appliqué en usine, qui, lorsqu'il est polymérisé offre une section suffisante pour transmettre les charges entre le vitrage et le cadre support de collage. Il peut s'agir également du mastic de scellement des vitrages isolants lorsqu'il doit transmettre les charges entre les deux vitrages
(13) Plage de collage	Surface continue sur le verre ou sur le cadre support de collage sur laquelle s'effectue l'adhérence du mastic de collage
(14) Cadre support de collage	Élément métallique sur lequel est collé le verre
(15) Film anti-adhésif	Film situé à l'interface entre deux matériaux pour éviter leur adhérence

Terminologie complémentaire (éléments non représentés en figure 4)

(16) Cale de positionnement	Matériau résilient situé entre le cadre support de collage et un bord du vitrage, autre que le bord inférieur, destiné à positionner le vitrage dans le cadre support de collage
(17) Meneau	Élément vertical du cadre supportant les bords verticaux du vitrage. Il peut limiter la flexibilité du vitrage
(18) Dispositif de retenue	Destiné à retenir le verre afin de réduire le danger en cas de défaillance du mastic de collage
(19) Traverse	Élément horizontal du cadre

Section 2 : Guide pour l'évaluation de l'aptitude à l'emploi

4 Exigences (relatives aux ouvrages et identification des aspects liés aux produits)

4.0 Préambule

Le présent chapitre identifie les aspects de performance devant être examinés afin de satisfaire aux Exigences Essentielles correspondantes, en :

- exprimant plus en détail et dans des termes correspondant au domaine d'application du présent guide, les exigences essentielles correspondantes de la Directive Produits de Construction (exprimées de façon concrète dans les Documents Interprétatifs et précisées de plus dans le mandat), pour des ouvrages ou parties d'ouvrages, et tenant compte de la durabilité et de l'aptitude à l'usage des ouvrages ;
- les appliquant au domaine de l'ETAG (produit/système et usage prévu), et en indiquant les caractéristiques de produit qui en découlent, et par la suite d'autres aspects.

4.0.1 Durée de vie raisonnable du point de vue économique

Le présent Guide repose sur l'hypothèse que la durée de vie prévue pour le système est de 25 ans.

Toutes les spécifications et méthodes d'évaluation des produits découlant des Exigences Essentielles relatives aux ouvrages et d'autres exigences relatives aux produits doivent prendre en compte cette hypothèse de durée de vie. Cette hypothèse de durée de vie d'un système ne peut pas être interprétée comme une garantie donnée par le fabricant ou par l'organisme d'agrément.

Tous les matériaux utilisés doivent présenter des propriétés ou doivent être traités de telle manière qu'au cours de la durée de vie totale du système VEC, dans des conditions normales d'utilisation, aucun risque de détérioration importante ne puisse être constaté, résultant d'actions internes ou externes, telles que l'eau liquide, la vapeur d'eau, le rayonnement solaire, la température, etc.

4.0.2 Considérations préliminaires

Lors de la prise en considération de la manière selon laquelle les Exigences Essentielles s'appliquent à un système VEC, l'organisme d'agrément réalisant l'évaluation technique doit obtenir tous les renseignements portant sur

les éléments compris dans le système (kit) et ceux couverts par l'ATE. Une fois ces renseignements obtenus, l'organisme d'agrément doit décider des modalités d'application des méthodes de vérification figurant au tableau 3, au kit en question. En règle générale, les précisions relatives au kit sont fournies par l'entité (concepteur/fabricant) responsable de la mise sur le marché du système VEC.

La demande d'agrément doit comprendre au moins les éléments suivants :

- Les niveaux de performance revendiqués du système, ainsi que toute revendication spécifique, particulièrement en ce qui concerne le comportement au feu, les performances acoustiques ou thermiques.
- Le type de mastic de collage, le fabricant, ainsi que la description correspondante.
- Les types de vitrages devant être utilisés, y compris les revêtements, le traitement des bords, les conditions de livraison, les épaisseurs, les tailles des volumes et les tolérances dimensionnelles.
- Le type de vitrage isolant (préciser si le système de scellement joue ou non un rôle structurel).
- Le matériau et le type de revêtement pour le cadre support de collage.
- Des renseignements comprenant spécifications des matériaux et dimensions pour accessoires : espaces, cales d'assise, fonds de joint, garnitures d'étanchéité, ancrage.
- Le ou les type(s) de primaire nécessaire(s) à la préparation des surfaces, ainsi que toute disposition requise pour l'application de ce primaire.
- Le ou les type(s) de produits de nettoyage devant être utilisés sur la totalité de la façade.
- La méthode de calcul utilisée pour déterminer les dimensions de mastic de collage requises dans le cas d'applications particulières.
- Des dessins du système assemblé représentant clairement les dispositifs d'étanchéité et de drainage, les fixations mécaniques du cadre support de collage, l'emplacement des dispositifs de retenue, les remplissages et la disposition des ouvrants (le cas échéant).
- En ce qui concerne les kits prévoyant des ouvrants, des renseignements portant sur la conception et sur le fournisseur pour toutes les quincailleries utilisées.
- Copie des instructions de mise en œuvre.

En général, la gamme de composants et de matériaux déclarée doit être utilisée pour la préparation des éprouvettes. Certaines concessions sont admises quant à cette exigence ; elles figurent au chapitre 5.

4.0.3 Relation entre Exigences Essentielles et caractéristiques des produits

Le tableau 2 indique la relation entre la performance du kit et de ses éléments, les Exigences Essentielles (ER) de la Directive Produits de Construction et les Documents Interprétatifs. Il montre également la relation entre les caracté-

ristiques de performance du mandat et celles utilisées pour l'évaluation du kit et de ses composants. Ce tableau doit être utilisé lors de la préparation d'un programme d'essais pour un kit ou ses composants.

Tableau 2 - Relation entre la performance du kit, de ses éléments et les Exigences Essentielles

ER	DI	DI clause pour les ouvrages	Élément concerné (1)	Performance de l'élément (en référence aux DI)	Caractéristiques spécifiées dans le mandat	Caractéristiques correspondantes dans le PT	Méthode d'essai ou d'évaluation
2	2	4.2.3.4 Limitation de la propagation du feu et de la fumée au-delà de la pièce d'origine	K	4.3.1.3.5.2 Façades, murs extérieurs résistance au feu, performance et propagation du feu, exposition des murs extérieurs, y compris éléments de vitrage	Résistance au feu	Résistance au feu	Essais déterminés par le document de classification du CEN
		4.2.4 Limitation de la propagation du feu aux ouvrages de construction voisins	K	Idem		Idem	Essais déterminés par le document de classification du CEN
		4.2.5 Évacuation des occupants	G	4.3.1.1 Produits soumis aux exigences de réaction au feu	Réaction au feu	Réaction au feu	Essais déterminés par le document de classification du CEN
3	3	3.3.1.1 Ambiance intérieure Qualité de l'air	K	3.3.1.1.2 Contrôle des polluants	Étanchéité à l'eau	Composition chimique des éléments de kit	Liste des substances dangereuses
		3.3.1.2 Ambiance intérieure Humidité	K	3.3.2.2 Contrôle de l'humidité		Étanchéité du système	Essai du système à l'air et à l'eau, présence d'humidité réf. également ER6 caractéristiques thermiques
4	4	3.3.2 Chocs directs 3.3.2.1 Description du risque Chocs résultant de la chute d'objets (faisant partie intégrante des ouvrages) sur les utilisateurs	S	3.3.2.3 Caractéristiques essentielles des produits, prévention de la chute d'éléments vitrés ou de morceaux de verre	Résistance du collage	Résistance mécanique et stabilité	Identification du mastic de collage, propriétés physiques et mécaniques
			SF	Idem		Idem	Identification du cadre support
			G	Idem		Idem	Identification du vitrage
			S+SF+G	Idem		Idem	Propriétés mécanique de l'assemblage S + SF + G à l'état neuf après conditionnement et vieillissement
			D	Idem		Idem	Essai mécanique des accessoires
			K	Prévention de la chute d'éléments vitrés lors de la manipulation des vantaux ouvrants		Idem	Essai d'endurance sur ouvrant
			K	Résistance mécanique et stabilité	Résistance aux charges dues au vent et à la neige	Idem	Essai de résistance au vent

1. K = kit, SF = cadre support de collage, G = verre, S = mastic, D = Accessoires (support de cale d'assise, dispositifs de retenue, ancrage du cadre support sur l'ossature de la façade).

Suite du tableau page suivante

Tableau 2 - Relation entre la performance du kit, de ses éléments et les Exigences Essentielles (suite)

ER	DI	DI clause pour les ouvrages	Élément concerné (1)	Performance de l'élément (en référence aux DI)	Caractéristiques spécifiées dans le mandat	Caractéristiques correspondantes dans le PT	Méthode d'essai ou d'évaluation
4	4	3.3.2.1 Description du risque - Chocs résultant de la chute d'objets (faisant partie intégrante des ouvrages) sur les utilisateurs (suite)	K	Prévention de la chute d'éléments vitrés d'un système non calé		Idem	Essai de fluage sur partie ouvrante
			K	Prévention de la chute d'éléments vitrés en cas d'incendie (adhérence à haute température)		Bris de verre ne présentant pas de danger	Essai de résistance au feu adapté (courbe feu couvant)
			G	Prévention de la chute d'éléments vitrés/morceaux de verre exposés à un choc thermique	Choc thermique	Bris de verre ne présentant pas de danger	Identification du verre (fragmentation)
			3.3.2.2 Performance des ouvrages - comportement aux chocs	K	Prévention de la chute d'éléments vitrés/morceaux de verre soumis à des chocs		Résistance mécanique stabilité et bris de verre sans danger
		3.3.1.2 Chute due à des changements de niveau	K	3.3.1.3 Chute due à des changements de niveau	Hauteur d'allège	Hauteur d'allège	Définition de la géométrie
5	5	5.2.3.1 Protection contre les bruits aériens extérieurs aux ouvrages	K	4.3.2 Propriétés acoustiques et leur expression Performance acoustique du système	Isolation aux bruits aériens	Isolation acoustique	Isolation aux bruits aériens
6	6	6.3.2.2 Chauffage et climatisation des locaux, contrôle de l'humidité	S	4.3.2 Caractéristiques des produits pouvant être couverts par les Exigences Essentielles. Le système et ses composants doivent être conçus de manière à limiter la quantité d'énergie nécessaire au chauffage et à la climatisation	Résistance thermique	Isolation thermique	Détermination des propriétés de transmission thermique en régime permanent
		3.2.4 Ventilation			Perméabilité à l'air	Étanchéité du système	Essai du système à l'air et à l'eau

1. K = kit, SF = cadre support du mastic de collage, G = verre, S = mastic,
D = Accessoires (support de cale d'assise, dispositifs de retenue, ancrage du cadre support sur l'ossature de la façade).

4.1 Résistance mécanique et stabilité (ER1)

Cette Exigence Essentielle ne s'applique pas au VEC.

4.2 Sécurité en cas d'incendie (ER2)

Les exigences de réaction au feu et de résistance au feu d'un système VEC doivent être conformes aux lois, réglementations et dispositions administratives, applicables à l'utilisation finale de ce système ; elles seront spécifiées par l'intermédiaire des documents de classification du CEN.

4.3 Hygiène, santé et environnement (ER3)

Les ouvrages de construction doivent être conçus et réalisés de manière telle qu'aucune menace ne puisse peser sur l'hygiène ou la santé des occupants ou de leurs voisins. En

ce qui concerne les façades comprenant un système VEC, les aspects suivants doivent être pris en compte :

4.3.1 Perméabilité à l'air

4.3.2 Qualité de l'air (émission de polluants/substances dangereuses)

4.3.3 Humidité

4.4 Sécurité d'utilisation (ER4)

Les façades avec système VEC doivent être stables sous des efforts combinés générés par le poids propre, la charge due au vent, la température, l'humidité, les charges d'exploitation, les chocs, les mouvements de structure, ainsi que les charges dues à la neige et à la glace, le cas échéant.

Ces actions sont données ci-après.

4.4.1 Gravité

Poids propre : Les systèmes de types I et II doivent être munis de dispositifs mécaniques destinés à supporter le poids du verre afin que mastic de collage ne soit pas sollicité pour reprendre cette charge. La résistance de ce dispositif mécanique doit être déterminée. Dans le cas de systèmes non calés (pour lesquels il n'existe pas de support de cale d'assise), la résistance du mastic de collage sous effort de cisaillement de longue durée doit être déterminée.

4.4.2 Effets des charges dues au vent et à la neige

Le système, prenant en compte un(des) coefficient(s) de sécurité approprié(s), doit présenter une résistance mécanique aux contraintes résultant de la pression exercée par les charges dues à la neige, et à la pression, la dépression et les vibrations causées par le vent.

Tout dispositif de retenue utilisé doit être conçu pour retenir provisoirement le verre en cas de défaillance du mastic de collage.

4.4.3 Effets des mouvements du bâtiment

Les mouvements du bâtiment peuvent être la conséquence, par exemple :

- des charges de service (vent, température, volume de trafic, etc.),
- de la déformation différentielle entre éléments de la structure du bâtiment,
- du tassement différentiel des fondations,
- des vibrations.

Tout mouvement du bâtiment survenant à la suite d'une des causes susmentionnées doit être pris en considération pour la conception de la façade.

Il est indispensable de protéger le mastic de collage de sollicitations résultant de mouvements du bâtiment.

4.4.4 Effets de la température et de la pression barométrique

4.4.4.1 Effets de la température

Les températures extrêmes ne doivent ni détruire, ni déformer irréversiblement les composants du système VEC.

Pour des raisons pratiques, les températures superficielles de -20 °C et 80 °C sont généralement considérées comme étant les limites de plage de température.

Dans certaines conditions climatiques locales, il est possible de tenir compte de températures en dehors de ces limites (par exemple, une température de -40 °C dans les pays nordiques).

Le mouvement thermique différentiel du verre et du cadre support de collage doit être calculé, pour le cas présent, généralement pour une plage de température : (se référer à l'Annexe 2 pour les symboles).

En été : $\Delta T = T_v - T_c = +25\text{ K}$.

En hiver : $\Delta T = T_v - T_c = -25\text{ K}$.

Cependant :

- là où le cadre support de collage est en contact avec l'environnement extérieur sur tout le contour, il est recommandé d'effectuer un calcul selon lequel $T_v = T_c = 80\text{ °C}$, ce qui pourrait représenter les conditions les plus sévères ;
- dans certains cas (verre spécial, conditions extérieures locales, etc.), ΔT peut être modifié.

Par exemple :

- vitrage transparent : température maximale $T_v = 80\text{ °C}$,
- vitrage opaque : température maximale $T_v = 100\text{ °C}$.

Un type de vitrage bien choisi et l'absence d'accumulation de chaleur doivent permettre de s'assurer que des variations de température trop élevées ne provoquent pas la rupture du verre.

4.4.4.2 Pression barométrique

Il faut s'assurer que les différences de pression barométrique entre le lieu de fabrication et le chantier de construction n'affecteront pas la durabilité du système ou de l'un de ses composants.

4.4.5 Effets de l'eau

En complément au principe usuel de drainage, le système VEC doit être conçu pour préserver le mastic de collage de la stagnation d'eau. La conception de la façade doit permettre d'empêcher l'eau de s'accumuler à proximité du mastic de collage.

4.4.6 Actions accidentelles

La conception du collage VEC et la spécification relative aux composants (vitrage isolant, par exemple) doivent, le cas échéant, prendre en compte les actions accidentelles telles que : chute d'objets, choc d'un corps humain ou charges statiques exercées par un humain.

4.4.7 Hauteur d'allège

Les hauteurs d'allège minimales sont définies dans certaines réglementations nationales.

4.5 Protection contre le bruit (ER5)

Les ouvrages de construction doivent être conçus et réalisés de manière à ce que le bruit extérieur transmis par la façade en vitrage extérieur collé soit réduit à un niveau ne constituant pas de danger pour la santé des occupants, leur permettant de dormir, se de reposer et de travailler dans des conditions satisfaisantes.

La performance acoustique de la façade dépend, dans une large mesure, du vitrage ; le cas échéant, elle devrait être conçue avec pour objectif les exigences spécifiques au projet.

L'action du mastic de collage comme barrière acoustique peut être prise en considération.

L'isolement aux bruits aériens indirects doit, le cas échéant, être déterminée pour les ouvrages dans lesquels le kit sera incorporé.

4.6 Économies d'énergie et isolation thermique (ER6)

Les ouvrages de construction doivent être conçus et réalisés de telle manière que le coefficient de transmission thermique de la façade incluant le système VEC soit conforme à la norme nationale correspondante ou à la réglementation nationale pour l'usage prévu.

4.6.1 Isolation thermique

4.6.2 Perméabilité à l'air

4.7 Durabilité

L'action de l'eau, de la température, du rayonnement ultraviolet et d'autres aspects afférent à la durabilité globale ont fait l'objet de chapitres précédents.

4.8 Accessoires et produits annexes

Les accessoires utilisés, en général, dans un système VEC, sont les suivants : fond de joint, cale d'assise, profilés d'étanchéité, mastic d'étanchéité et espaceur. Cette liste n'est pas exhaustive.

L'aptitude à l'emploi de ces accessoires et produits annexes doit être démontrée pour le rôle particulier qu'ils doivent jouer dans le système, notamment :

- **espaceur** : la perméabilité à la vapeur d'eau et au solvant du mastic de collage doit être suffisante pour permettre la réticulation (durcissement) au coeur du mastic de collage, quel que soit le type de mastic, à un ou deux composants. L'espaceur doit être chimiquement compatible avec son environnement, tout particulièrement avec le mastic de collage (cf. essai article 5.1.4.2.5).
- **fond de joint** : le fond de joint doit être chimiquement compatible avec son environnement, tout particulièrement avec le mastic de collage (cf. essai article 5.1.4.2.5).
- **cale d'assise** : la cale d'assise doit être suffisamment dure pour supporter le vitrage sans dommage (Dureté Shore D : 70) ; de plus, elle doit être durable et chimiquement compatible avec son environnement (cf. essai article 5.1.4.2.5).
- **mastic d'étanchéité** : le mastic d'étanchéité est utilisé à l'extérieur pour calfeutrer le joint entre les éléments vitrés et, en tant que mastic de finition, il est chargé de protéger la feuillure des eaux de nettoyage et de condensation. Ce mastic doit être durable et doit pouvoir être utilisé dans un système VEC. Par exemple, cela peut se vérifier par conformité avec la norme ISO 11600. Le mastic d'étanchéité doit être chimiquement compatible avec son environnement, tout particulièrement avec le mastic de collage (cf. essai article 5.1.4.2.5). Sont recommandés pour cet usage les mastics à faible module (de type G-LM conformément à la norme ISO 11600).

- **profilé d'étanchéité** : ce profilé est utilisé à l'extérieur pour calfeutrer le joint entre les éléments vitrés et, en tant que profilé de finition, il est chargé de protéger la feuillure des eaux de nettoyage et de condensation. Ce profilé doit être durable et doit pouvoir être utilisé dans un système VEC. Par exemple, cela peut se vérifier par conformité avec la norme prEN 12365. Le profilé d'étanchéité doit être chimiquement compatible avec son environnement, tout particulièrement avec le mastic de collage (cf. essai article 5.1.4.2.5).
- **mastic de finition** : le mastic de finition est utilisé à l'intérieur pour calfeutrer le joint entre les éléments vitrés et le cadre support de collage, afin de protéger la feuillure contre l'eau de nettoyage et l'eau de condensation. Ce mastic doit être durable et doit pouvoir être utilisé dans un système VEC. Si un mastic extrudé est utilisé, il est préférable que ce soit un mastic de type faible module. Le mastic de finition doit être chimiquement compatible avec son environnement, tout particulièrement avec le mastic de collage (cf. essai article 5.1.4.2.5).

Afin d'apprécier l'aptitude à l'emploi de ces produits annexes, l'organisme d'agrément peut exploiter les données issues de sources documentaires telles que expériences enregistrées, procédures d'agrément antérieures, références à des normes, etc.

L'aptitude spécifique des composants à remplir leur rôle dans le kit ne peut se vérifier que par conformité avec les paragraphes correspondants du chapitre 5.

4.9 Vérifications nécessaires en cas d'échange de composants ou de fournisseurs

Les composants et matériaux d'un kit VEC peuvent être spécifiés de l'une des deux manières suivantes, par référence aux :

- produits manufacturés particuliers, en utilisant les marques commerciales, les références, etc.
- spécifications génériques telles que Normes européennes harmonisées.

Chaque kit est susceptible de comprendre les deux types de spécification, les divers composants étant pris en compte. Il est probable qu'au cours de la durée de vie d'un ATE, le détenteur souhaite changer les spécifications et/ou les fournisseurs de certains composants.

Le détenteur de l'agrément doit signaler le changement d'un composant et/ou d'un fournisseur à l'organisme d'agrément délivrant l'ATE, ainsi qu'à l'organisme notifié responsable de l'Attestation de Conformité. Il incombe à l'organisme d'agrément de s'assurer de l'adaptation des composants ; la référence à leur spécification doit figurer dans l'ATE.

Dans le cas où un composant a été spécifié en tant que produit spécifique d'un fabricant, ou si une spécification générique n'englobe pas totalement l'aptitude à l'emploi d'un composant dans un système VEC, seul l'organisme d'agrément délivrant l'ATE sera habilité à apprécier un changement, à l'issue des essais jugés nécessaires.

En règle générale, dans de tels cas, la délivrance d'un ATE modifié sera indispensable, accompagné d'un amendement des instructions auprès de l'organisme notifié.

Si un composant d'un kit VEC est spécifié génériquement et si l'organisme d'agrément a confirmé, dans l'ATE, la totale adéquation de cette spécification, pour l'évolution de l'aptitude à l'emploi d'un composant de kit VEC, un changement de fournisseur sera alors acceptable. L'organisme notifié vérifie la documentation présumée nécessaire par l'organisme d'agrément délivrant l'ATE. En cas de doute, un rapport doit être fait à l'organisme d'agrément.

5 Méthodes de vérification

5.0 Préambule

Le chapitre 5 traite des méthodes de vérification utilisées pour déterminer les divers aspects de performance des produits en fonction des exigences pour les ouvrages (calculs, essais, connaissances techniques, d'expérience pratique, etc.).

Les essais mentionnés dans cette partie sont destinés à identifier le mastic de collage, à examiner l'aptitude à l'emploi des plages de collages, et justifier la performance d'un système VEC au regard des Exigences Essentielles. L'évaluation de cette dernière a certaines limites dans la mesure où la conception des bâtiments n'est pas connue.

Le tableau 3 énumère les essais utilisés pour vérifier la performance des composants du système et du système dans son ensemble au regard des Exigences Essentielles. Nombre des essais servent à vérifier plus d'un aspect, ou d'une sous-division, d'une Exigence Essentielle. Par conséquent, il n'est pas possible de présenter les méthodes de vérification en respectant l'ordre des sous-divisions des Exigences Essentielles.

De nombreux essais font référence à des normes autres que des normes CEN. Dès qu'une norme CEN harmonisée correspondante entre en vigueur, elle peut remplacer la norme citée actuellement, ainsi que la partie du Guide en question.

La Société (fabricant ou concepteur) responsable du lancement du kit sur le marché doit informer officiellement l'organisme d'agrément des niveaux de performance qu'elle revendique pour le système. Ces déclarations seront ensuite examinées par l'organisme d'agrément et un avis sera prononcé quant à la performance du système.

Lorsque les essais doivent être réalisés sur un système complet, l'organisme d'agrément doit s'assurer que suffisamment d'essais sont entrepris afin d'étudier les différentes variantes du système proposées par le demandeur.

Cela dépendra de la complexité du système et du nombre d'options de conception prévues. Les essais, en particulier ceux couverts par l'ER4 : Sécurité d'Utilisation, prennent en compte cette éventuelle complexité.

L'aptitude à l'emploi des vitrages isolants (VI), que le scellement périphérique ait ou non une fonction de collage structurel, doit être justifiée conformément, par exemple, au Guide UEAtc « Directive pour l'agrément des vitrages isolants » ou à la norme prEN 1279. Le mastic utilisé comme seconde barrière du vitrage isolant doit résister aux U.V. et doit être chimiquement compatible avec son environnement (cf. essai article 5.1.4.2.5). Si cette se-

conde barrière assure une fonction de collage structurel, le mastic utilisé est considéré comme mastic de collage et doit respecter l'ensemble des exigences correspondantes du chapitre 5 de ce Guide. La hauteur minimale du mastic de scellement est normalement égale à 6 mm.

Toutes les méthodes d'essais données s'appliquent à des systèmes calés, à l'exception de l'essai de fluage de longue durée qui constitue un essai supplémentaire ne concernant que les systèmes non calés pour lesquels aucun support ni cale d'assise n'est à prendre en considération.

5.1 Méthodes de vérification relatives aux Exigences Essentielles

5.1.1 Résistance mécanique et stabilité (ER1)

Cette exigence ne s'applique pas aux Vitrages Extérieurs Collés (voir ER4 Sécurité d'Utilisation).

5.1.2 Sécurité en cas d'incendie (ER2)

Bien que le comportement au feu d'une façade soit lié à sa conception (par exemple, l'utilisation d'un vitrage résistant au feu, etc.) et à la conception du bâtiment tout entier (par exemple, mise en œuvre de murs en béton, de passerelles extérieures, etc.), et bien qu'il puisse effectivement varier d'un bâtiment à un autre avec le même système VEC, certaines caractéristiques peuvent être déterminées pour le kit VEC tel quel, au moyen des méthodes d'évaluation suivantes.

5.1.2.1 Réaction au feu

Les éléments VEC sont constitués de divers composants. La performance de réaction au feu ne peut être évaluée que sur les composants individuellement. Cette évaluation doit être entreprise dans des conditions d'utilisation finales.

Les critères de performance devant être pris en compte pour la réaction au feu sont les suivants : le débit calorifique, la vitesse de propagation des flammes, l'émission de fumée, la formation de gouttelettes et/ou particules enflammées (Document Interprétatif 2, article 4.3.11 et décision de la CE 94.611/EC).

- Le vitrage, s'il s'agit de verre float non feuilleté, doit être considéré comme produit de classe A, selon la décision de la CE 96/603/EC, et il n'est pas nécessaire de le tester suivant les conditions spécifiées dans ce document.
- Le vitrage fournis avec couche organique et/ou de couches organiques superposées, doit être testé et classé suivant la décision de la CE 94/611/EC. Il est très peu probable que ces produits puissent obtenir un classement A.
- Dans des cas exceptionnels, la réglementation impose des exigences de classement de réaction au feu pour les mastics. Dans ce cas, ces mastics doivent être testés dans des conditions d'utilisation finales et classés suivant la décision de la CE 94/611/EC. Il est très peu probable que ces matériaux puissent obtenir un classement A.

La réaction au feu des dispositifs de fixation est sans objet, étant donné que se sont des pièces très petites et localisées.

Tableau 3 - Vérification des performances

	Référence (voir Annexe 3)	Durée (1)	Élément concerné (2)
5.1.1 Résistance mécanique et stabilité	–		S, D
5.1.2 Sécurité en cas d'incendie			
5.1.2.1 Réaction au feu	Docs. classif. CEN		K
5.1.2.2 Résistance au feu	Docs. classif. CEN		
5.1.3 Hygiène, Santé et Environnement			
5.1.3.1 Performances « Air et Eau » des éléments VEC.....	prEN 12153/ prEN 12155		K
5.1.3.2 Qualité de l'air et substances dangereuses	Dir. Conseil 76/769/EEC (amendée)		
5.1.4 Sécurité d'utilisation			
5.1.4.1 Résistance mécanique initiale			
5.1.4.1.1 Rupture de traction et rigidité	EN 28-339	CD	S, G, SF
5.1.4.1.2 Rupture cisaillement	EN 28-339	CD	S, G, SF
5.1.4.2 Résistance mécanique résiduelle après vieillissement artificiel			
5.1.4.2.1 Immersion dans l'eau à haute température	UEAtc [1]	LD	S, G, SF
5.1.4.2.2 Humidité et NaCl	ISO 9227	CD	S, G, SF
5.1.4.2.3 Humidité et SO ₂	ISO 3231	CD	S, G, SF
5.1.4.2.4 Produits de nettoyage de la façade	UEAtc [1]	CD	S, G, SF
5.1.4.2.5 Effets des matériaux en contact	–	LD	K
5.1.4.3 Accessoires mécaniques			
5.1.4.3.1 Essai sur support de cale d'assise	–	CD	D
5.1.4.3.2 Essai sur l'ancrage du cadre support de collage à l'ossature de la façade	–	CD	D
5.1.4.3.3 Essai sur les dispositifs de retenue	–	CD	D
5.1.4.4 Essais sur les ouvrants.....	UEAtc [2]	–	K
5.1.4.5 Essais de choc.....	UEAtc [3]	–	S
5.1.4.6 Mastic de collage			
5.1.4.6.1 Inclusion de gaz	UEAtc [1]	LD	S
5.1.4.6.2 Reprise élastique.....	EN 27-389	LD	S
5.1.4.6.3 Retrait.....	ISO/DIS 10563	CD	S
5.1.4.6.4 Résistance à la déchirure.....	UEAtc [1]	CD	S
5.1.4.6.5 Fatigue mécanique.....	UEAtc [1]	LD	S
5.1.4.6.6 Résistance aux U.V.	EN ISO 527	CD	S
5.1.4.6.7 Module élastique.....	EN ISO 527	LD	S
5.1.4.6.8 Fluage en cisaillement de longue durée et sous effort de traction cyclique	–	LD	S
5.1.4.7 Méthode de dimensionnement du mastic de collage			
5.1.4.8 Hauteur d'allège.....	–	–	K
5.1.4.9 Essai de résistance au vent	UEAtc [2]	CD	K
5.1.4.10 Comportement au feu			
5.1.5 Protection contre le bruit	prEN 140-3	CD	K
5.1.6 Économies d'énergie et isolation thermique			
5.1.6.1 Isolation thermique	prEN 12412 + prEN ISO 10077-2	CD	K
5.1.6.2 Perméabilité à l'air	prEN 12153	CD	K
5.1.7 Aspects de durabilité	–	–	–

1. CD : de courte durée ou état initial LD : de longue durée ou état après vieillissement
2. K = kit SF = cadre support de collage G = verre S = mastic de collage
D = accessoires (support de cales d'assise, dispositifs de retenue, ancrage du cadre support sur l'ossature de la façade).

Suite du tableau page suivante

Tableau 3 - Vérification des performances (suite)

	Référence (voir Annexe 3)	Durée (1)	Élément concerné (2)
5.2 Méthodes de vérification relatives à l'identification des produits			
5.2.1 Mastic de collage			
5.2.1.1 Masse volumique	ISO 1183	CD	S
5.2.1.2 Dureté	ISO 868	CD	S
5.2.1.3 Analyse thermogravimétrique.....	ISO 7111	CD	S
5.2.1.4 Couleur.....	ISO 4660	CD	S
5.2.2 Plage de collage sur aluminium anodisé			
5.2.2.1 Alliage d'aluminium.....	EN 573-3	-	-
5.2.2.2 Caractéristiques de l'anodisation.....	-	-	-
5.2.2.2.1 Mesure de l'épaisseur.....	ISO 2360/2128/1463/2106	CD	SF
5.2.2.2.2 Colmatage.....	ISO 2143 /ISO 3210	CD	SF
5.2.2.2.3 Mesure de l'admittance.....	ISO 2931	CD	SF
5.2.2.3 Description du procédé			
5.2.2.3.1 Décapage	-	-	SF
5.2.2.3.2 Anodisation	-	-	SF
5.2.2.3.3 Colmatage de la couche anodisée.....	-	-	SF
5.2.3 Plage de collage en verre.....	EN et prEN	-	G
5.2.4 Plage de collage en acier inoxydable.....	EN 10088	-	SF
1. CD : de courte durée ou état initial LD : de longue durée ou état après vieillissement			
2. K = kit SF = cadre support de collage G = verre S = mastic de collage			
D = accessoires (support de cales d'assise, dispositifs de retenue, ancrage du cadre support sur l'ossature de la façade).			

5.1.2.2 Résistance au feu

Généralement, les fabricants de kits VEC ne revendiquent aucune résistance au feu pour leurs produits, puisque cette résistance est essentiellement déterminée par l'absence de résistance au feu du vitrage.

Toutefois, si l'on utilise un vitrage spécial prétendant avoir une résistance au feu, un essai peut être effectué avec un corps d'épreuve comprenant au minimum un remplissage collé au cadre support de collage, conformément à la norme prEN 1363, partie 1 (Exigences générales) et partie 2 (Autres procédures complémentaires) et à la norme prEN 1364-3 (Murs rideaux).

Voir également 5.1.4.10 « Comportement au feu ».

5.1.3 Hygiène, santé et environnement (ER3)

5.1.3.1 Performances de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau et de résistance au vent

L'appréciation de la perméabilité à l'air et de l'étanchéité à l'eau, peut entraîner à l'application d'une charge de vent sur le corps d'épreuve, dans le cadre de la procédure d'essai. C'est pourquoi le mode opératoire pour l'application de la charge de vent ne figure ici que pour des raisons de commodité. Les effets dus au vent relèvent de l'Exigence Essentielle ER4 « Sécurité d'utilisation » et il doit être fait mention dans l'ATE à la déformation sous charge.

Ces essais ont pour but de déterminer, en utilisant les composants du système VEC en question, s'il est possible de réaliser une façade conforme aux exigences de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau et de résistance au vent. Exceptionnellement, des systèmes peuvent être proposés pour des cas où il n'existe aucune exigence de perméabilité à l'air ni d'étanchéité à l'eau (entrées de bâ-

timents, passages couverts, etc.). Dans de tels cas, il n'est pas nécessaire de les soumettre à des essais.

5.1.3.1.1 Montage du corps d'épreuve

Le corps d'épreuve doit être totalement représentatif du système. Par exemple, il doit comprendre un ouvrant lorsque ceux-ci sont prévus dans le système, et il doit être conçu de telle manière qu'au moins l'un des éléments ait la surface la plus grande pour laquelle les dispositifs de drainage sont prévus. Des essais sur un certain nombre de corps d'épreuve distincts ou sur des corps d'épreuve modifiés par rapport au corps d'épreuve original peuvent s'avérer nécessaires afin d'englober l'ensemble des options déclarées, telles que angles rentrants, angles sortants et parties inclinées. Si l'utilisation d'un vitrage simple - ou double - est permise et que les garnitures d'étanchéité varient en conséquence, ces options doivent alors être testées.

La structure support doit être conçue par calcul classique pour ne pas dépasser la flèche maximale autorisée pour le système sous la charge de vent maximale prévue.

Le corps d'épreuve représenté en figure 5 n'est qu'un exemple des configurations possible proposé par la norme ISO 7895.0

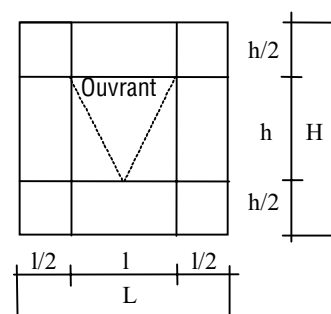


Figure 5
Exemple de montage
d'essai

5.1.3.1.2 Perméabilité à l'air

Cet essai doit être effectué conformément à la norme prEN 12153 - Murs rideaux - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai.

5.1.3.1.3 Étanchéité à l'eau sous pression statique

Cet essai doit être réalisé conformément à la norme prEN 12155 - Murs rideaux - Étanchéité à l'eau - L'essai de laboratoire sous pression statique.

5.1.3.2 Qualité de l'air / Substances dangereuses

Lors de l'évaluation du kit VEC, l'organisme d'**agrément** doit déterminer si des substances dangereuses sont présentes et, en particulier celles définies dans la Directive du Conseil 76/769/EEC et amendements. On peut aussi se référer au document CONSTRUCT 95/148 Rév. 1 du 4 janvier 1996, comme liste de référence des substances dangereuses soumises aux exigences réglementaires communautaires ou nationales.

La plupart de ces substances sont soit totalement prosrites (dans tous les États Membres), soit leur usage est en partie restreint (dans certains États Membres). Dans ce dernier cas (usage restreint), l'exigence peut s'exprimer en terme de quantité (*exemple* : x mg/kg de matière), ou en terme d'émission. Sinon, il peut s'avérer nécessaire de développer une méthode d'essai pour la substance en question (si aucune description précise ne figure dans les textes législatifs ou réglementaires).

De plus, l'organisme d'**agrément** doit également évaluer les mesures éventuelles que le fabricant de systèmes VEC propose en vue d'éviter la pollution de l'air intérieur causée par ces substances dangereuses.

Dans tous les autres cas, une analyse effectuée conjointement avec le fabricant, relative au document susmentionné, mise à jour en fonction d'autres substances dangereuses ne figurant pas encore dans ce document de travail, peut constituer une base suffisamment fiable pour éviter que ces substances dangereuses ne polluent l'air intérieur.

5.1.3.3 Humidité

Une évaluation doit être effectuée afin de s'assurer que l'humidité due à la pénétration de l'eau (voir § 5.1.3.1.3 ci-dessus) ou à la condensation (évaluation liée au § 5.1.6.1) n'apparaisse à aucun endroit non prévu pour stagnations d'eau liquide.

5.1.4 Sécurité d'utilisation (ER4)

Généralités

En vue d'étudier la combinaison formée par le mastic de collage et les plages de collage, il est nécessaire de connaître plusieurs propriétés mécaniques, ainsi que les effets des agents de dégradation potentielle. Les essais suivants sont destinés à déterminer ces propriétés.

Note : Sauf indication contraire précisée dans les autres parties du présent Guide, les essais figurant à l'article 5.1.4 ne concernent que les mastics de collage en silicone et les plages de collage en verre (non revêtu ou à couche inorganique), ainsi que l'aluminium anodisé ou l'acier inoxydable.

Eprouvettes pour performance mécanique

Les éprouvettes doivent être assemblées par le fabricant ou conformément à ses instructions, *avec les mêmes spécifications de matériaux utilisées pour le système, à savoir le mastic de collage, le verre et le support métallique, ainsi que les produits de préparation de la surface (produit de nettoyage, primaire, etc.) et le traitement de surface (anodisation, couche pour le verre, etc.)*.

Le tableau 4 donne le paragraphe de référence de ce document, les groupes d'éprouvettes pour les essais de traction et de cisaillement, de même que le type d'éprouvettes devant être utilisées.

Tableau 4 - Type et nombre d'éprouvettes

Référence du paragraphe	Essai de traction	Essai de cisaillement	Représentation des éprouvettes
<i>Sollicitation mécanique initiale</i>			
5.1.4.1	groupe 1, 20 éprouvettes	groupe 2, 20 éprouvettes	Figure 6
<i>Conditionnement ou vieillissement artificiel</i>			
5.1.4.2.1	groupe 1, 10 éprouvettes	–	Figure 6
5.1.4.2.2	groupe 1, 10 éprouvettes	–	Figure 6
5.1.4.2.3	groupe 1, 10 éprouvettes	–	Figure 6
5.1.4.2.4	groupe 1, 10 éprouvettes	–	Figure 6
5.1.4.2.5 a 5.1.4.2.5 b	5 + 2 éprouvettes ou 10 + 2 éprouvettes 5 éprouvettes		Figure 10 Figure 11

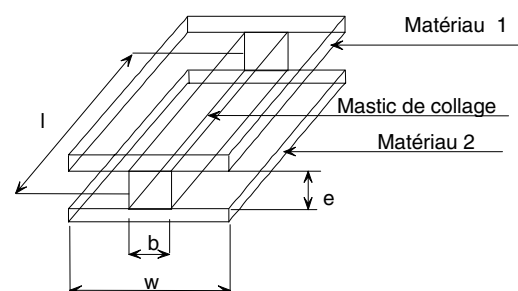


Figure 6 - Dimensions des éprouvettes

Le support doit être suffisamment rigide pour ne pas déformer.

Tableau 5 - Dimensions des éprouvettes

Symbole	Dimensions et tolérances
b	12 ± 1 mm
e	12 ± 1 mm
l	50 ± 2 mm
w	40 ± 10 mm

Une attention particulière est portée à la confection d'éprouvettes symétriques.

Si l'essai est effectué sur le profilé réel du système, l'effort de traction appliqué ne doit pas déformer le profilé.

Les mors de l'appareil de traction doivent bouger suivant un mouvement de translation axiale pur.

Toutes les éprouvettes sont conditionnées pendant 28 jours après fabrication, à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative de $50 \pm 5\%$. Sauf indication contraire, ceci doit correspondre également aux conditions ambiantes pendant les essais.

La contrainte de rupture de chaque éprouvette doit être calculée en utilisant chaque charge de rupture et les dimensions mesurées de l'éprouvette en question. Ces valeurs sont ensuite utilisées pour déterminer la valeur moyenne de X_{mean} et $R_{u,5}$.

5.1.4.1 Résistance mécanique initiale

Après conditionnement initial, les éprouvettes doivent être soumises à des essais de traction comme indiqué à la figure 7, et des essais de cisaillement comme indiqué à la figure 8.

5.1.4.1.1 Traction, rupture

Cet essai a pour but d'évaluer la résistance du mastic de collage aux efforts de traction.

Après conditionnement initial, les éprouvettes doivent être encore conditionnées pendant 24 ± 4 heures comme suit :

- 5 éprouvettes conditionnées à -20 °C ⁽³⁾,
- 10 éprouvettes conditionnées à $+23\text{ °C}$,
- 5 éprouvettes conditionnées à $+80\text{ °C}$.

Elles sont ensuite soumises à un essai de traction jusqu'à rupture conformément à la figure 7.

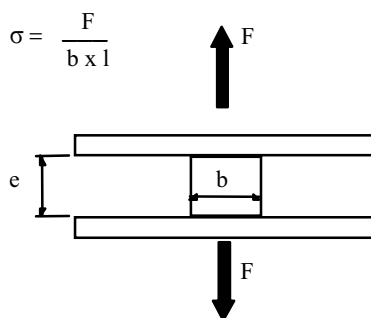


Figure 7 - Éprouvette pour essai de traction - vitesse de traction : 5 mm/min

A partir du graphique contrainte-allongement enregistré, on doit noter les informations suivantes :

- le type de rupture - qu'elle soit cohésive ou adhésive ;
- la contrainte pour un allongement de 5, 10, 15, 20 et 25 % ;
- la contrainte et l'allongement à la rupture, seulement pour les éprouvettes conditionnées à $+23\text{ °C}$.

5.1.4.1.2 Cisaillement, rupture

Cet essai a pour but d'évaluer la résistance intrinsèque du mastic de collage aux efforts de cisaillement.

Après conditionnement initial, les éprouvettes doivent être encore conditionnées pendant 24 ± 4 heures comme suit :

- 5 éprouvettes conditionnées à -20 °C ⁽³⁾,
- 10 éprouvettes conditionnées à $+23\text{ °C}$,
- 5 éprouvettes conditionnées à $+80\text{ °C}$.

Elles doivent ensuite être soumises à un essai de cisaillement jusqu'à rupture conformément à la figure 8.

L'essai est effectué à une vitesse de 5 mm/min.

A partir du graphique contrainte - allongement enregistré, on doit noter les informations suivantes :

- le type de rupture - qu'elle soit cohésive ou adhésive ;
- la contrainte pour un déplacement relatif par rapport à l'épaisseur du support (d) de 5, 10, 15, 20 et 25 %, et la contrainte de rupture pour les éprouvettes conditionnées à $+23\text{ °C}$.

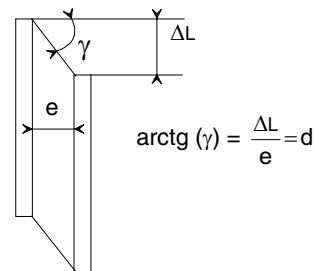


Figure 8a - Mesure du déplacement en cisaillement

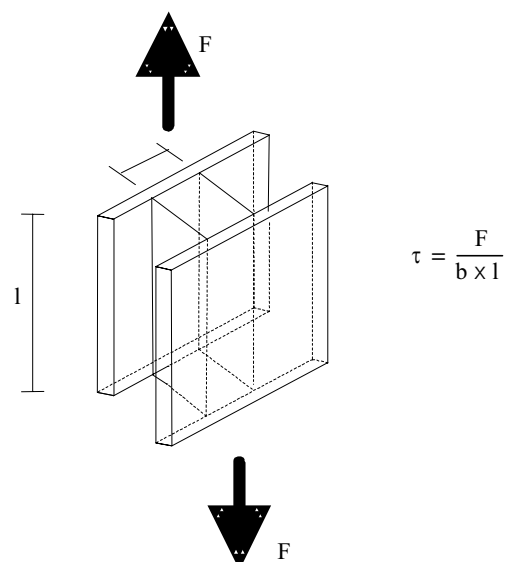


Figure 8b - Éprouvette pour essai de cisaillement - Vitesse de cisaillement de 5 mm/min

3. Cette température peut être de -40 °C pour les pays du nord de l'Europe, si le demandeur le spécifie (voir article 2.2).

5.1.4.2 Résistance mécanique résiduelle après vieillissement artificiel

5.1.4.2.1 Immersion dans l'eau à haute température avec ou sans rayonnement solaire (voir également article 5.1.4.6.6)

Le but de cet essai est d'étudier l'effet du vieillissement artificiel sur la résistance mécanique résiduelle du mastic de collage. La corrélation directe entre le vieillissement solaire naturel et le vieillissement U.V. accéléré n'est actuellement pas totalement établie.

Pour les supports en verre

Le mode opératoire associe l'immersion dans l'eau à haute température **avec** le rayonnement solaire (voir figure 6 avec pour matériau 1 un produit verrier et pour matériau 2 un produit métallique).

Les éprouvettes sont conditionnées conformément à la norme ISO DIS 11431-1991 :

- méthode de conditionnement A,
- procédure 1 avec tolérance modifiée quant à la température de l'eau : 45 ± 1 °C et avec une énergie de 500 à 800 Watts. Les éprouvettes sont immergées dans de l'eau chaude déminéralisée (résistivité de 1 à 10 M Ω), le support supérieur (en verre) étant au ras du niveau d'eau, (figure 2 de la norme ISO 11431).

Pour les supports métalliques

Le mode opératoire implique une immersion totale dans l'eau à haute température **sans** rayonnement solaire (voir figure 6 avec pour matériau 1 un produit métallique et pour matériau 2 un produit métallique).

Les éprouvettes sont totalement immergées (au moins 20 mm sous le niveau de l'eau) dans de l'eau déminéralisée (résistivité de 1 à 10 M Ω), à une température de $45^\circ \pm 1$ °C.

Pour les combinaisons des deux supports, la procédure est la suivante

Après 21 jours (504 ± 4 heures) de conditionnement, cinq éprouvettes doivent être retirées de la chambre d'essai et conditionnées pendant 24 ± 4 heures à une température de 23 ± 3 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %.

Les éprouvettes doivent être ensuite soumises à un essai de traction, conformément à l'article 5.1.4.1.1.

Après 21 jours supplémentaires (504 ± 4 heures), les cinq éprouvettes restantes doivent être retirées de la chambre d'essai et soumises au même essai de traction à la suite du même conditionnement.

Les résultats d'essais doivent comprendre :

- la date et l'heure auxquelles a débuté l'essai,
- la température, l'humidité relative et la période de conditionnement initial.

Au cours de l'immersion dans l'eau

- un enregistrement de la température de l'eau,
- un enregistrement de la température à l'interface des échantillons témoins,
- les valeurs de conductance de l'eau, en relevant la date et l'heure des mesures prises.

Après retrait de l'eau

- les dates et heures de retrait des éprouvettes,
- un enregistrement de la température, de l'humidité relative et de la période de conditionnement après immersion dans l'eau,
- la date, l'heure, la température et l'humidité relative au cours de l'essai de traction,
- la courbe des contraintes-déformations.

5.1.4.2.2 Humidité et atmosphère NaCl

Le conditionnement doit s'effectuer conformément à la norme ISO 9227 - atmosphère NSS maintenue pendant 480 heures pour le verre non revêtu, le verre à couche en face 4 (voir figure 9) et les autres supports, et pendant 240 heures pour le verre à couche en face 2 et 3. Les éprouvettes sont placées sur des plateaux en PVC. Toutes les 24 heures, les éprouvettes doivent être retournées pour exposer chaque tranche longitudinale à tour de rôle.

Après conditionnement, les éprouvettes doivent être conditionnées pendant encore 24 ± 4 heures à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %. Elles doivent ensuite être soumises à des essais de traction conformément à l'article 5.1.4.1.1.

5.1.4.2.3 Humidité et atmosphère SO₂

Les 10 éprouvettes doivent être conditionnées conformément à la norme ISO 3231 :

- atmosphère 0,20 litres de SO₂,
- 20 cycles pour le verre non revêtu, le verre à couche en face 4 (voir figure 9) et les autres supports,
- 10 cycles pour le verre à couche en face 2 et 3.

Après conditionnement, les éprouvettes doivent être retirées de la chambre d'essai et conditionnées pendant encore 24 ± 4 heures à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %.

Après cela, elles doivent être soumises aux essais de traction conformément à l'article 5.1.4.1.1.

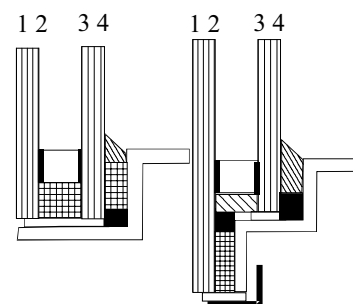


Figure 9 - Numérotation des faces du vitrage isolant

5.1.4.2.4 Produits de nettoyage de la façade

Cet essai a pour objectif d'apprécier l'effet des produits de nettoyage sur le mastic de collage.

Les éprouvettes doivent être immergées pendant 21 jours dans un(des) produit(s) de nettoyage (comme utilisés dans la pratique) et conservées à une température 45 ± 2 °C. Les produits utilisés doivent être ceux recommandés par le façadier.

Après conditionnement, les éprouvettes doivent être retirées des produits de nettoyage et conditionnées pendant encore 24 ± 4 heures à une température de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $50 \pm 5\%$. Elles doivent ensuite être soumises aux essais de traction conformément à l'article 5.1.4.1.1.

5.1.4.2.5 Effets des matériaux en contact

La stabilité d'un système VEC peut s'avérer affectée par une incompatibilité entre le mastic de collage et d'autres matériaux, qui peut se révéler par une décoloration de l'un des matériaux. L'essai suivant est destiné à étudier cette interaction.

Il est essentiel que les éprouvettes soient préparées en respectant toutes les spécifications des matériaux utilisés dans le système, notamment le mastic de collage, la garniture d'étanchéité, les espaceurs, l'aluminium et le vitrage, ainsi que les matériaux de fabrication tels que les produits de préparation et de nettoyage.

Deux méthodes d'essais sont proposées pour vérifier cette compatibilité. C'est à l'organisme d'agrément de décider de la méthode la mieux adaptée. Il faut accorder une attention particulière au risque d'exposition aux U.V. en service. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer les deux essais.

a) Méthode sans U.V.

Sept éprouvettes doivent être réalisées comme indiqué à la figure 10 et conditionnées à une température de $60 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $95 \pm 5\%$, cinq d'entre elles pendant 28 jours et les deux restantes pendant 56 jours.

Il faut apporter un soin tout particulier pour réaliser des éprouvettes symétriques. La séquence des opérations nécessaires à la confection des éprouvettes doit reproduire celle utilisée dans la pratique, (voir fig. 10).

Les échantillons doivent être testés comme suit :

□ **Résistance mécanique** : Cinq éprouvettes doivent être soumises à l'essai de traction conformément à l'article 5.1.4.1.1 après 28 jours de conditionnement. Le matériau devant être testé pour compatibilité doit être retiré avant l'essai de traction afin que les résultats ne s'appliquent qu'à l'adhérence entre mastic de collage et le verre, et le mastic de collage lui-même.

Si les deux matériaux des éprouvettes ne peuvent être séparés sans dommage, il sera nécessaire de réaliser cinq

échantillons supplémentaires et de les tester, en tant qu'échantillons témoins, avec le second matériau en place et sans conditionnement.

□ **Effets sur la couleur** : Deux éprouvettes doivent être examinées pour éventuelle décoloration toutes les deux semaines tout au long de la période de conditionnement de 56 jours.

b) Méthode avec U.V.

□ **Mode opératoire**

Cinq éprouvettes doivent être réalisées comme indiqué à la figure 11.

Les produits 2 et 3 sont des mastics avec lesquels se vérifie la compatibilité avec le produit n° 1. Il peut s'avérer nécessaire, dans certains cas, d'effectuer cet essai avec un mastic de couleur claire fourni tout spécialement pour les besoins de l'essai, afin de s'assurer que toute migration soit visible. Le mastic de couleur claire doit avoir le même mécanisme de polymérisation que le produit normalement utilisé.

Après polymérisation des différents produits, les éprouvettes sont soumises à un rayonnement à l'aide d'une lampe à U.V.

- Type de lampe : Xénon ou équivalent.
- Puissance : $50 \pm 5 \text{ W/m}^2$ mesurée au niveau de l'échantillon, et entre 300 et 400 nm.
- Température : $60 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Durée : 504 ± 4 heures.

Si une adhérence s'est produite entre les produits n° 1 et 2 ou 1 et 3, une incision nette doit être pratiquée pour les séparer.

□ **Essai de pelage avec morceau de tissu**

Les échantillons sont placés dans une machine d'essais de traction et le morceau de tissu est pelé à 180° par rapport au support.

□ **Essai de pelage avec incisions**

Des incisions nettes sont pratiquées à l'interface du support et des produits n° 2 et 3.

Les cordons de mastic sont pelés manuellement à 180° par rapport au support.

Tout signe de coloration du matériau de couleur claire doit être noté.

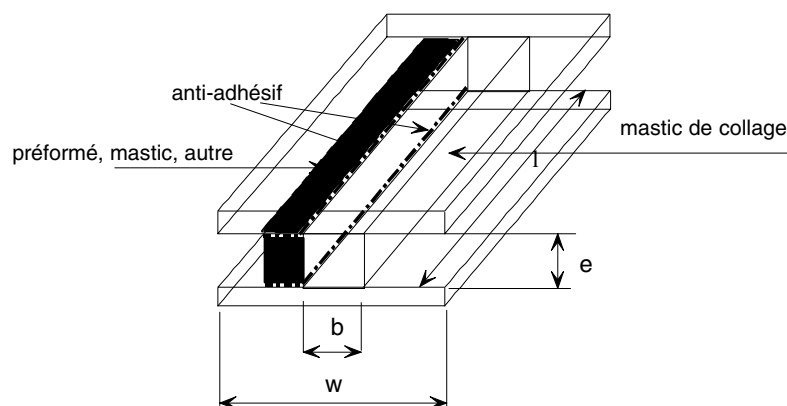


Figure 10 - Échantillon type pour essai de compatibilité

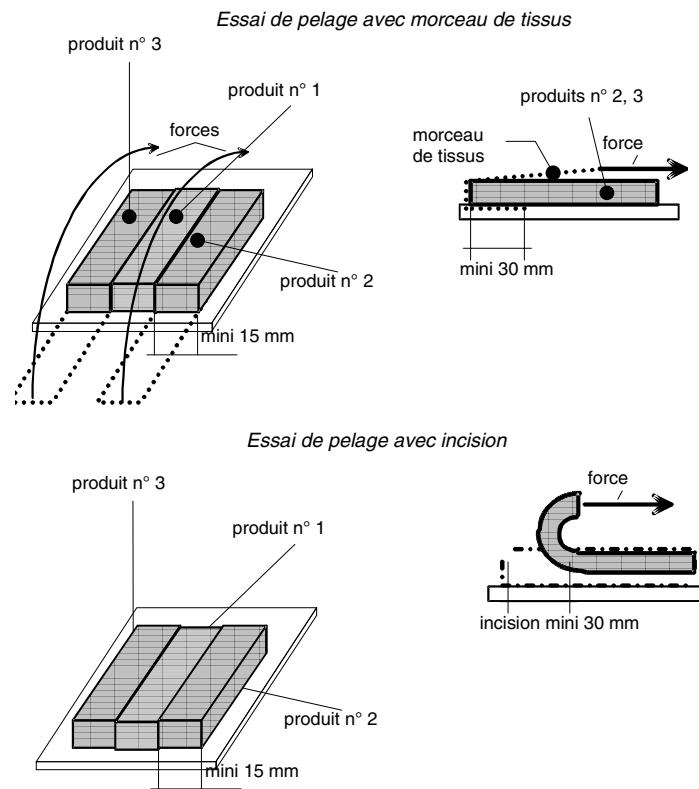


Figure 11 - Essai de pelage - Solutions

5.1.4.3 Accessoires

5.1.4.3.1 Essai des supports de cale d'assise

Normalement, la résistance mécanique de tels supports est appréciée au moyen de calculs conventionnels basés sur la résistance des matériaux, et des essais ne seront pas nécessaires. Si la conception incorporée des dispositifs innovants, il peut être fait appel à l'essai suivant.

Remarque : les dispositifs supports ne doivent pas endommager le verre

L'éprouvette comprend le support de cale d'assise relié au cadre support de collage. L'éprouvette doit reproduire la forme et l'utilisation dans le système VEC.

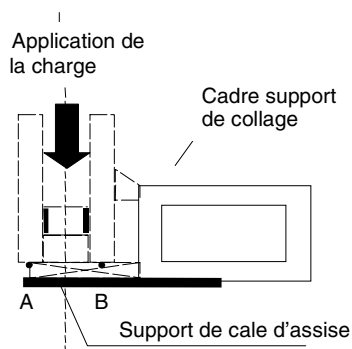


Figure 12 - Essai du support de cale d'assise

Une force verticale simulant le poids propre du verre est appliquée au centre théorique de gravité du vitrage par un moyen garantissant que l'axe d'application est vertical.

Lors de l'application de la charge, le déplacement du support de cale d'assise est mesuré aux points A et B (voir figure 12).

5.1.4.3.2 Essai de l'ancrage du cadre support de collage sur l'ossature de la façade

Généralement, ces ancrages peuvent être appréciés par calcul conventionnel. Lorsque la conception exclut cette possibilité, il peut être fait appel à l'un des essais suivants.

Généralités applicables aux deux méthodes :

F_{des} = résistance utile

τ = coefficient de sécurité

$F_{u,5}$ = résistance caractéristique assurant à 75 % que 95 % des résultats d'essais seront supérieurs à cette valeur

F_{mean} = charge de rupture moyenne

$\tau_{\alpha\beta}$ = excentricité de 5 % avec un niveau de confiance de 75 %

s = écart type des séries étudiées

$P_{br,n}$ = pression de rupture, état initial

$P_{br,c}$ = pression de rupture, après essai de vieillissement

a) Méthode I

L'appareillage d'essais doit reproduire précisément la manière dont l'ancrage est chargé.

Pour les ancrages métalliques, ou lorsque $\tau = 3$ est stipulé par le demandeur, seul un essai statique doit être effectué.

□ Essai statique

Cinq ancrages doivent être soumis à un essai de traction jusqu'à rupture, avec une vitesse de traction de 1 mm/minute.

La valeur de charge de rupture statique caractéristique $F_{u,5}$ doit être calculée par la formule suivante :

$$F_{u,5} = F_{mean} - \tau_{\alpha\beta} \cdot S$$

où :

$$\tau_{\alpha\beta} = 2,46 \quad (\text{voir tableau 7, section 6})$$

$$F_{des} = F_{u,5} / \tau$$

Pour les autres ancrages, ou lorsque $2 \leq \tau \leq 3$ est stipulé par le demandeur, un essai statique et un essai dynamique doivent être réalisés.

□ Essai statique

Voir l'essai statique ci-dessus pour ancrage métallique avec $\tau = 3$

□ Essai dynamique

Cinq ancrages doivent être soumis à des efforts de traction répétés avec le cycle décrit figure 16, comme suit :

100 fois de $0,1 \times F_{des}$ à F_{des}

250 fois de $0,1 \times F_{des}$ à $0,8 \times F_{des}$

5000 fois de $0,1 \times F_{des}$ à $0,6 \times F_{des}$.

(pour une description du cycle, voir figure 16).

b) Méthode II

Lorsqu'il est impossible de tester séparément l'ancrage du cadre support de collage à l'ossature de la façade, l'ancrage peut être testé sur un élément vitré comme indiqué à la figure 13.

Si l'ancrage est conçu pour reprendre le poids propre, ainsi que le vent, le corps d'épreuve sera soumis à un poids propre maximal autorisé pour chaque ancrage avec un coefficient de sécurité γ de 1,1.

□ Pression statique jusqu'à rupture

Un assemblage muni de quatre ancrages sur un banc d'essai de pression doit être soumis à une pression jusqu'au point de rupture. Cette pression doit toujours simuler une dépression extérieure. $P_{br,n}$ correspond à la pression de rupture. Il est préférable que le corps d'épreuve soit de forme carrée.

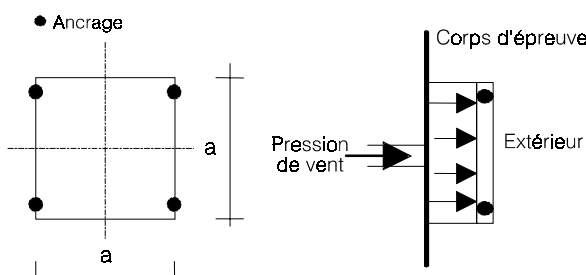


Figure 13 - Montage d'essai pour la Méthode II

□ Essai dynamique

Un second corps d'épreuve doit être soumis à des cycles de fatigue, comme suit :

20 fois de $0,1 \times P_{br,n}$ à $0,75 \times P_{br,n}$;

rafales de 8 secondes max., cycle de rafales, voir figure 16 ;

200 fois de $0,1 \times P_{br,n}$ à $0,50 \times P_{br,n}$;

rafales de 8 secondes max., cycle de rafales, voir figure 16 ;

200 000 fois de $0,1 \times P_{br,n}$ à $0,25 \times P_{br,n}$;

rafales de 1 seconde, aucun cycle particulier n'est requis ;

1 fois de $0,1 \times P_{br,n}$ à $0,9 \times P_{br,n}$;

$0,9 \times P_{br,n}$ est la valeur de pointe du cycle, aucun cycle particulier n'est requis.

À l'issue de l'essai dynamique, l'essai statique jusqu'à rupture est réalisé sur le deuxième corps d'épreuve pour déterminer $P_{br,c}$.

et

$$F_{des} = \frac{P_{br,n} \times a^2}{4 \times \tau}$$

où :

$$\tau \geq 2$$

a = coté du cadre vitré.

5.1.4.3 Essais des dispositifs de retenue

La performance des dispositifs doit être appréciée soit à partir des résultats d'essais, soit à partir de calculs devant tenir compte du mode de fixation au cadre. Les modèles sont si variés que l'organisme d'agrément décidera de la méthode à retenir. Les dispositifs eux-mêmes ne doivent pas causer de dommage au vitrage.

5.1.4.4 Essais sur ouvrants

Les essais suivants doivent être effectués conformément à la Directive UEAtc [2] « Directive pour l'agrément des fenêtres » afin d'apprécier les effets des manœuvres sur le mastic de collage :

□ Essais mécaniques

applicables aux fenêtres ouvrantes : paragraphe 1.3. du chapitre III ;

□ Essais de durabilité

10.000 cycles d'ouverture et de fermeture des fenêtres conformément au paragraphe 1.3. du chapitre III.

Afin d'apprécier l'aptitude à l'emploi générale des quincailleries fixées aux ouvrants, **l'organisme d'agrément** peut exploiter les données issues de sources documentaires telles que les expériences enregistrées, procédures d'agrément antérieures, références à des normes, etc.

5.1.4.5 Essais au choc

La résistance au choc d'une façade légère est régie par ses caractéristiques de conception, c'est pourquoi la résistance au choc peut varier d'un bâtiment à l'autre avec le même système VEC.

Si nécessaire, la résistance au choc d'un élément de façade doit être testée suivant la procédure décrite dans la Directive UEAtc [3] « Façades légères », Section III - Règles générales de qualité - chapitres 1,2 et 1,3.

5.1.4.6 Mastic de collage - Propriétés physiques

5.1.4.6.1 Inclusions de gaz

Avec certains mastic de collage, des bulles de gaz peuvent se former aux interfaces mastic de collage-verre/aluminium ; ces bulles peuvent affecter le comportement du mastic de collage.

Une éprouvette (voir figure 14) avec face supérieure en verre recuit est préparée conformément aux spécifications du fabricant de mastic de collage. Le mastic de collage doit remplir, totalement et sans poches d'air, l'espace créé entre le verre et l'aluminium.

L'éprouvette doit être conservée à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 % pendant 21 jours. Au bout de 7 jours, l'éprouvette doit faire l'objet d'un contrôle visuel. La formation de bulles de gaz, ainsi que leur taux de croissance doivent être enregistrés.

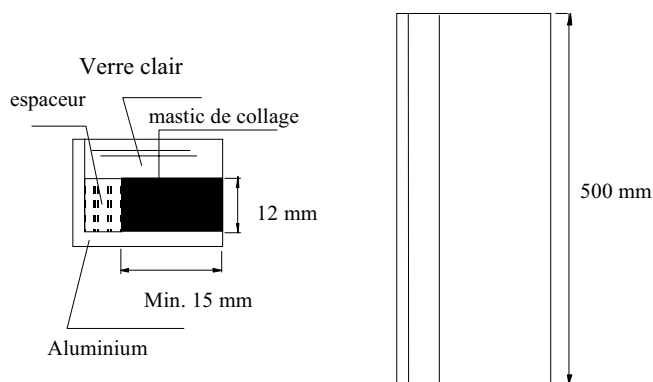


Figure 14 - Eprouvette pour essai d'inclusion de gaz

5.1.4.6.2 Reprise élastique

Cet essai doit être effectué pour évaluer le comportement de relaxation élastique et, par conséquent, le comportement de relaxation après mise en charge de longue durée.

L'essai doit être réalisé sur trois échantillons conformément à la norme EN 27389 (ISO 7389), méthode A avec 25 % d'allongement.

Il faut noter les informations suivantes :

- la contrainte et l'allongement initiaux,
- la contrainte et l'allongement finaux,
- l'allongement après déchargement des éprouvettes.

5.1.4.6.3 Retrait

Cet essai a pour but d'évaluer le degré de retrait des mastics de collage pour limiter les contraintes initiales dans les mastics VEC. L'essai doit être réalisé sur trois échantillons, conformément à la norme ISO 10 563.

5.1.4.6.4 Résistance à la déchirure

Cet essai a pour objectif d'établir le mode de propagation d'une fissure dans le mastic de collage.

Cinq éprouvettes doivent être réalisées et coupées aux extrémités du mastic de collage comme indiqué en figure 15. Les incisions doivent être propres sans arrachement de

mastic. Les échantillons doivent ensuite être soumis à un essai de traction conformément à l'article 5.1.4.1.1.

La contrainte de rupture moyenne pour la surface réduite mesurée (par exemple $40 \times 12 = 480 \text{ mm}^2$) est calculée.

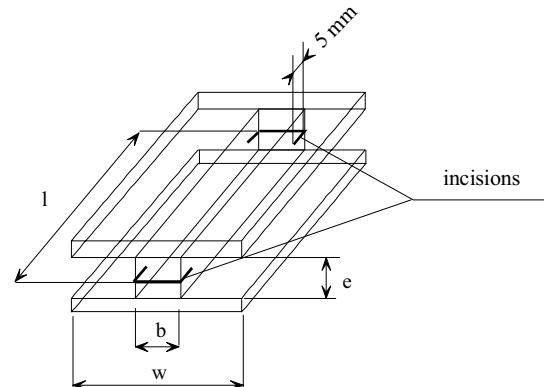


Figure 15 - Échantillon pour essai d'incision

5.1.4.6.5 Fatigue mécanique

Cet essai a pour but d'examiner l'effet de la fatigue sur la résistance mécanique résiduelle du mastic de collage.

Dix éprouvettes conformes à la figure 6 doivent être conditionnées pendant 28 jours à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %.

Les éprouvettes doivent ensuite être soumises à des efforts de traction répétés avec une durée de cycle de 6 secondes (figure 16) :

- 100 fois de $0,1 \sigma_{des}$ à la contrainte de travail σ_{des}
- 250 fois de $0,1 \sigma_{des}$ à $0,8 \times$ la contrainte de travail σ_{des}
- 5000 fois de $0,1 \sigma_{des}$ à $0,6 \times$ la contrainte de travail σ_{des}

où :

$$\sigma_{des} = R_{u,5}/6 \quad (\text{voir article 6.1.4.1.1, avec } R_{u,5} \text{ à } 23^\circ\text{C}).$$

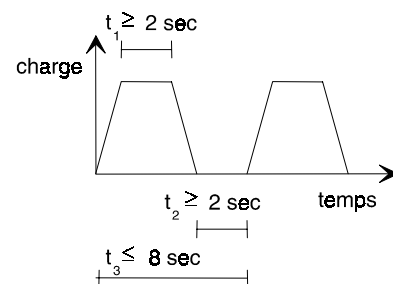


Figure 16 - Cycle de contraintes pour l'essai de fatigue

Avec :

- t_1 : durée de la charge maximale,
- t_2 : temps de repos,
- t_3 : durée complète du cycle.

A l'issue des différents cycles, les mastics de collage doivent faire l'objet d'un contrôle visuel.

Les dix éprouvettes doivent ensuite être conditionnées pendant encore 24 ± 4 heures à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %, puis soumises à l'essai de traction conformément à l'article 5.1.4.1.

5.1.4.6.6 Résistance du mastic aux U.V.

Si nécessaire, par exemple pour déterminer l'origine des problèmes survenant au cours de l'essai avec U.V. détaillé en 5.1.4.2.1, la résistance aux U.V. du mastic de collage proprement dit peut être évaluée selon la méthode suivante. Il y a lieu de noter que le nombre d'heures d'U.V. appliquées dans cet essai permet de faire une distinction, entre les produits ayant un bon comportement et ceux dont le comportement n'est pas satisfaisant sous une telle exposition. La corrélation directe entre vieillissement solaire naturel et vieillissement accéléré par U.V. n'est pas complètement établie à ce jour.

Dix éprouvettes sont réalisées selon les éprouvettes type 5 de la norme ISO 527-3, toutes les éprouvettes ayant une épaisseur de $2,2 \pm 0,2$ mm (ces éprouvettes peuvent également être utilisés pour les essais stipulés en 5.1.4.6.7).

Cinq éprouvettes doivent ensuite être soumises à l'essai de traction tel qu'indiqué dans la norme ISO 527, à une vitesse de 5 mm/min.

Cinq éprouvettes sont soumises à un rayonnement U.V. comme suit :

- type de lampe : Xénon, ou équivalent,
- puissance : 50 ± 5 W/m² mesurée au niveau de l'échantillon, entre 300 et 400 nm,
- durée : 504 ± 4 heures.

Après irradiation, ces cinq éprouvettes doivent être soumises à l'essai de traction comme indiqué dans la norme ISO 527, à une vitesse de 5 mm/min.

5.1.4.6.7 Module élastique du mastic

Cet essai a pour objectif de déterminer le module de calcul E_0 , qui est utilisé dans la méthode de calcul donnée en annexe 2.

Cinq éprouvettes doivent être réalisées suivant les éprouvettes type 5 de la norme ISO 527-3, toutes les éprouvettes ayant une épaisseur de $2,2 \pm 0,2$ mm. Le mode opératoire est décrit dans la norme ISO 527-3, avec une vitesse de 5 mm/min. Le fabricant doit indiquer le type de module devant être introduit dans le calcul, soit tangent, soit sécant par rapport au point d'origine. Dans ce dernier cas, les limites de la courbe (déformation, contrainte (ϵ_1, σ_1) , (ϵ_2, σ_2)) entre lesquelles doit être déterminé le module de calcul doivent également être fournies.

L'allongement relatif maximal admis dans le calcul doit correspondre à la limite supérieure utilisée pour déterminer le module de calcul.

Le rapport d'essais doit contenir les graphiques (déformation, contrainte) correspondant à chaque échantillon.

5.1.4.6.8 Fluage en cisaillement de longue durée et sous effort de traction cyclique

Cet essai a pour but d'évaluer le fluage en cisaillement et traction de longue durée, et de déterminer le facteur de fluage γ_c .

Facteur de fluage - définition

Facteur γ_c par lequel doit être divisé Γ_{des} , dans le but d'obtenir une contrainte Γ_∞ pour laquelle aucun fluage n'est mesurable suivant les critères de l'essai mentionné ci-dessous. γ_c doit toujours être ≥ 10 :

où :

Γ_{des} : voir annexe 2, partie A

Γ_∞ : indiqué par le fabricant

$$\gamma_c = \frac{\Gamma_{des}}{\Gamma_\infty}$$

a) Éprouvette

Trois éprouvettes (cf. figure 17) doivent être réalisées par le fabricant ou selon ses instructions. L'épaisseur du support doit être ≥ 6 mm.

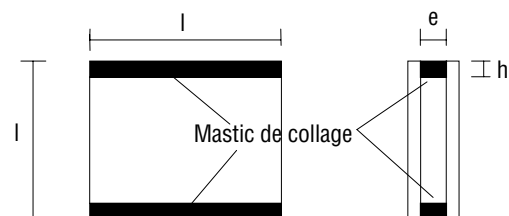


Figure 17 - Géométrie des échantillons

b) Mode opératoire

□ Conditions climatiques

L'ensemble des éprouvettes doit être conditionné pendant 28 jours après fabrication à une température de $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

Les charges décrites ci-dessous doivent être appliquées dans une chambre climatique où l'atmosphère est à une humidité relative de $95 \pm 5 \%$ et une température de $55 \pm 2 \text{ °C}$.

□ Charges appliquées (voir figure 18)

• Efforts de traction

Les trois éprouvettes sont soumises à des charges de traction M_1 avec les paliers de charge suivantes :

$$M_1 = 2 \cdot h \cdot l \cdot P_x$$

Avec $l = 200$ mm,

$h = 9$ mm

$$M_1 = 3600 \cdot P_x$$

Avec $P_{(x=1 \text{ to } 3)}$: $P_1 = 1 \times \sigma_{des}$ pendant 7 jours

$P_2 = 0.6 \times \sigma_{des}$ pendant 14 jours

$P_3 = 0.3 \times \sigma_{des}$ pendant 70 jours

et $\sigma_{des} = R_{u,5}/6$

avec $R_{u,5}$ déterminé à 23 °C , voir 6.1.4.1.2.

• Efforts de cisaillement permanents

Simultanément aux charges de traction indiquées ci-dessus, les échantillons sont soumis à une charge M_2 calculée sur la base de l'effort de cisaillement permanent Γ_∞ indiqué par le fabricant, en prenant en compte un facteur de fluage minimal de 10.

$$M_2 = 2 \cdot h \cdot l \cdot \Gamma_\infty$$

Avec $h = 9$ mm,

$l = 200$ mm

$$M_2 = 3600 \cdot \Gamma_\infty$$

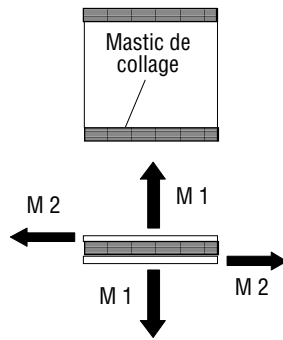


Figure 18 - Principe d'application des charges

□ Durée de l'essai

La durée totale de l'essai s'élève à 91 jours et les intervalles de temps pour les mesures de fluage sont de 1 jour, 3 jours, 7 jours, puis tous les 7 jours après les paliers de chargement. Les mesures doivent s'effectuer sur l'éprouvette chargée.

Les résultats d'essais doivent comprendre les renseignements suivants :

- la date et l'heure auxquelles a débuté l'essai,
- la température et l'humidité relative pendant la période de conditionnement initial et pendant le conditionnement ultérieur dans la chambre climatique,
- l'évolution de fluage à 1 jour, 3 jours, 7 jours, puis tous les 7 jours après les paliers de chargement,
- la déformation après 91 jours avant déchargement,
- la déformation résiduelle 24 heures après déchargement.

5.1.4.7 Méthode de calcul des dimensions du mastic de collage

Les limites normales pour le système VEC sont les suivantes :

- épaisseur minimale du cordon de mastic : 6 mm,
- $6 \text{ mm} \leq \text{hauteur du cordon de mastic} \leq 20 \text{ mm}$,
- déformation maximale du cadre support de collage : $1/300$ entre les ancrages, sans tenir compte de la rigidité du verre,
- déformation maximale au milieu du vitrage : $1/100$ (plus petit côté).

Pour les méthodes de calcul détaillées, voir l'annexe 2.

5.1.4.8 Hauteurs d'allèges

La gamme des hauteurs d'allèges possibles est notée.

5.1.4.9 Résistance au vent

Mode opératoire : Cet essai doit être réalisé conformément à la Directive UEAtc « Directive pour l'agrément des fenêtres » (article 1.2.1), en utilisant une éprouvette telle que décrite au paragraphe 5.1.3.1.1.

Essai de mise en charge croissante (charges positives et négatives dues au vent)

La flèche doit être mesurée au milieu de l'ossature du corps d'épreuve (montant ou traverse) en fonction de la

pression, et présentée sous forme de tableau ou de graphique. La pression différentielle étant réduite à zéro, la flèche permanente doit être notée après 15 minutes de repos. Il faut procéder à un examen visuel afin de détecter une dégradation sur le verre et/ou des contraintes induites causées par les dispositifs de retenue. La pression atteinte sans défaut ou dégradation doit être enregistrée.

5.1.4.10 Comportement au feu

Si une tenue au feu est nécessaire, employer la procédure d'essai de résistance au feu adaptée (voir documents de classification du CEN), dans laquelle le vitrage utilisé possède un degré de résistance au feu même si aucune résistance au feu particulière n'est demandée.

Cet essai peut être évité en exploitant les connaissances actuelles concernant la tenue au feu de certains types de verre.

5.1.5 Protection contre le bruit - Isolation acoustique (ER5)

L'isolation acoustique d'une façade sera régie par la conception (taille des éléments vitrés, présence d'ouvrants, type et largeur du vitrage, etc.) et par la mise en œuvre (étanchéité à l'air, etc.).

À l'heure actuelle, il n'existe aucune méthode ou aucun modèle de calcul normalisé permettant de déterminer l'isolation acoustique d'une façade. Cependant, plusieurs méthodes de calcul sont disponibles, elles sont fondées sur les lois fondamentales de mathématique utilisées en acoustique, c'est-à-dire les Lois de Masse et de Fréquences, etc.

Ces méthodes sont généralement compliquées et le résultat effectif sur site est largement influencé par le soin apporté lors de la mise en œuvre de la façade.

Si des propriétés acoustiques spécifiques sont demandées, elles doivent faire l'objet d'une vérification par application de la norme EN-ISO 140-3.

5.1.6 Économies d'énergie et isolation thermique

5.1.6.1 Isolation thermique

L'isolation thermique et/ou le risque de condensation d'une façade résultent de la conception (taille des éléments vitrés, présence d'ouvrants, type et largeur du vitrage, etc.) et de la mise en œuvre (étanchéité à l'air, etc.).

Au vu du détail type indiqué à la figure 4, il est nécessaire de tenir compte de plusieurs matériaux et de leurs interactions, dans la détermination des coefficients U (coefficient de transmission thermique).

L'isolation thermique et/ou le risque de condensation (voir 5.1.3.3) peuvent être déterminées par essai ou par calcul, comme suit :

a) Méthode d'essai

Cette méthode implique de déterminer les propriétés de transmission thermique en régime permanent en laboratoire des composants du bâtiment à usage industriel en référence à la norme prEN 12412. Méthode de mesure pour la détermination de la transmission thermique par

granulats [Coefficient U ($W/m^2 K$)] pour systèmes de fenêtres ou portes – méthodes des boîtes chaude gardée et boîte chaude calibrée).

L'expression des résultats est conforme aux chapitres 7.3 et 8 du document prEN 12412. Cet essai est facultatif.

b) Méthode de calcul

La modélisation thermique d'un système VEC peut s'effectuer à l'aide des coefficients de conductivité thermique (λ) déterminés par les méthodes européennes correspondantes (telles que prEN ISO 10077-2/1997) conjointement avec divers logiciels. En vue d'exploiter les résultats de ces programmes, il est nécessaire de s'assurer que le programme est au minimum un programme bidimensionnel et qu'il couvre tous les paramètres requis.

5.1.6.2 Perméabilité à l'air

La détermination de la perméabilité à l'air est traitée au paragraphe 5.1.3 Hygiène, santé et environnement.

5.1.7 Aspects de durabilité

Il n'existe aucun aspect particulier de durabilité à tester ou évaluer qui n'ait déjà été traité dans d'autres chapitres.

5.2 Méthodes de vérification relatives à l'identification des produits

5.2.1 Mastic de collage

Les déterminations des caractéristiques indiquées ci-après s'appliquent à l'ensemble des types de mastic silicone utilisés dans les systèmes VEC.

Les essais d'identification constituent la carte d'identité du mastic de collage, comprenant au moins les graphiques et les coefficients obtenus à partir des essais suivants effectués dans des conditions bien définies.

5.2.1.1 Masse volumique

Détermination de la masse volumique sur trois éprouvettes conformément à la norme ISO 1183, méthode A.

5.2.1.2 Dureté

Mesure de la dureté Shore A conformément à la norme ISO 868.

La mesure doit s'effectuer sur trois éprouvettes après polymérisation totale, c'est-à-dire :

- après 28 jours pour les silicones mono-composant,
- après 7 jours pour les silicones bi-composants.

5.2.1.3 Analyse thermogravimétrique

Cet essai d'identification permet de déterminer les produits de la décomposition thermique. Les pertes sont quantifiées en fonction d'une augmentation régulière de la température.

L'essai doit être réalisé conformément à la norme ISO 7111 sur une éprouvette.

Les résultats sont tirés de l'enregistrement graphique et exprimés en terme de :

- TG, le pourcentage de pertes de masse cumulées jusqu'à 900 °C,
- DTG, les zones de perte de masse maximale par évaporation,
- DTA, zones de conversion exo - ou endothermiques.

5.2.1.4 Couleur

La couleur doit faire l'objet d'une observation visuelle, par référence à l'échelle des couleurs figurant dans la norme ISO 4660.

5.2.2 Plage de collage sur aluminium anodisé

5.2.2.1 Alliages d'aluminium

La spécification pour les alliages d'aluminium doit faire l'objet d'un examen d'aptitude à l'emploi dans un système VEC.

5.2.2.2 Caractéristiques de l'anodisation

La plage de collage de l'aluminium sur laquelle sont réalisés les essais mentionnés à l'article 5.1.4, est identifiée comme suit (voir tableau 8.6 concernant l'utilisation éventuelle de la marque Qualanod) :

5.2.2.2.1 Mesure de l'épaisseur

Les méthodes suivantes peuvent être utilisées :

- méthode d'essais à courants de Foucault selon la norme ISO 2360,
- coupe optique selon la norme ISO 2128,
- Méthode de micrographie selon la norme ISO 1463,
- Méthode gravimétrique selon la norme ISO 2106.

5.2.2.2.2 Essais de colmatage

Les méthodes suivantes peuvent être utilisées :

- essai à la goutte selon la norme ISO 2143,
- essais d'immersion selon la norme ISO 3210,
- essai de mesure de l'admittance à 1000 Hz selon la norme ISO 2931.

5.2.2.2.3 Mesure de l'admittance à 20 000 Hz

Hormis le fait qu'elle s'effectue à 20 000 Hz, cette mesure respecte le même mode opératoire que celui décrit dans la norme ISO 2931.

5.2.2.3 Description du procédé d'anodisation

Le demandeur doit fournir à l'organisme d'agrément les éléments suivants :

5.2.2.3.1 Décapage

Composition du bain.

Temps d'immersion de l'aluminium dans le bain.

5.2.2.3.2 Oxydation anodique

Composition du bain.

Temps d'immersion de l'aluminium dans le bain.

Température du bain.

Le bain doit être agité pour s'assurer d'une répartition égale de température.

5.2.2.3.3 Colmatage de la couche anodisée

Composition du bain ou référence.

Temps d'immersion de l'aluminium dans le bain.

Température du bain.

Si un colmatage à froid est proposé, des justifications complémentaires doivent être fournies par le fabricant.

5.2.3 Plage de collage du verre

5.2.3.1 Identification du verre

Le verre et les produits verriers applicables sont identifiés par référence aux diverses normes européennes.

Le type de verre utilisé pour constituer les échantillons pour les essais adhésivité/cohésion des chapitres 5.1.4.1 et 5.1.4.2 correspond généralement à un verre recuit conforme à la norme EN 572. Les résultats de ces essais peuvent être extrapolés pour le verre trempé thermiquement ou durci. Pour des raisons de sécurité, des types spéciaux de verre peuvent être exigés dans le cadre de projets particuliers. La fragmentation doit être testée suivant la norme EN ou prEN relative au type de verre.

5.2.3.2 Produits verriers

Si des doubles vitrages ou vitrages multiples sont utilisés, leur usage doit convenir aux systèmes VEC. Le scellement doit satisfaire aux exigences des normes en vigueur ; s'il doit assurer un rôle structurel, il doit également respecter les exigences du présent Guide afin de prouver son aptitude à l'emploi.

5.2.3.3 Verre à couche

5.2.3.3.1 Couches utilisables

Les revêtements utilisables sont les couches inorganiques classées A, S et B suivant le projet de norme européenne prEN 1096 Coated glass for buildings. Les autres revêtements inclus dans la norme prEN 1096 doivent être retirés de la plage de collage à moins qu'il ait été prouvé, après essais, qu'ils conviennent, conformément à une autre partie du présent Guide.

Le fabricant doit établir une liste des couches pouvant être utilisées dans les systèmes VEC, en indiquant la composition de ces revêtements.

Les couches peuvent être répertoriées en détail, en précisant leur composition par nom et la référence unique du fabricant.

D'autres revêtements peuvent être rajoutés à un ATE modifié à condition qu'il soit prouvé leur aptitude à l'emploi dans les systèmes VEC.

5.2.3.3.2 Évaluation de l'adhérence des revêtements et de leurs couches

Pour chaque revêtement sur plage de collage, il doit être prouvé que la liaison entre le verre et le revêtement, entre le mastic de collage et le revêtement, et entre les diverses couches du revêtement est suffisamment résistante. Cette justification consiste, en général, à effectuer des essais d'adhérence et une appréciation selon les chapitres suivants du présent Guide :

Chapitre 4 Exigences

Chapitre 5 Méthodes de vérification

5.1.4.1 Résistance mécanique initiale

5.1.4.1.1 Traction, rupture

5.1.4.1.2 Cisaillement, rupture

5.1.4.2 Résistance mécanique résiduelle après vieillissement artificiel

5.1.4.2.1 Immersion dans l'eau à haute température avec ou sans rayonnement solaire

5.1.4.2.2 Humidité et atmosphère NaCl

5.1.4.2.3 Humidité et atmosphère SO₂

5.1.4.2.4 Produits de nettoyage de la façade

Chapitre 6 Évaluation et jugement de l'aptitude à l'emploi de produits pour une utilisation prévue.

5.2.3.3.3 Évaluation à partir de rapports d'essais existants

Lorsqu'un revêtement fait l'objet d'une évaluation pour aptitude à l'emploi, le fabricant peut présenter des rapports d'essais existants contenant le résultat d'essais sur revêtements, portant sur :

- la liaison entre le mastic particulier et la couche supérieure spécifique du revêtement,
- et/ou la liaison entre le verre et la couche de base spécifique du revêtement,
- et/ou la liaison entre deux couches du revêtement.

5.2.3.3.4 Évaluation par essais

Lorsque l'absence de données ne permet pas d'évaluer l'aptitude à l'emploi d'un revêtement particulier, d'une couche ou d'une combinaison revêtement/mastic, des essais doivent être effectués à l'aide du procédé suivant :

Exigences

Revêtement I devant faire l'objet d'une évaluation pour aptitude à l'emploi : [verre] - [couche 1 - couche 2] - [mastic A].

Revêtement II devant faire l'objet d'une évaluation pour aptitude à l'emploi : [verre] - [couche 2 - couche 1] - [mastic A].

Informations disponibles

Le rapport 1 existant établit que la combinaison [verre] - [couche 1 - couche 2 - couche 3] - [mastic B] est apte à l'emploi.

Le rapport 2 existant établit que la combinaison [verre] - [couche 2] - [mastic A] est apte à l'emploi.

Conclusions**□ Revêtement I**

Accepté pour les raisons suivantes :

- i) La combinaison verre - couche 1 est apte à l'emploi (selon le rapport 1).
- ii) La combinaison couche 1 - couche 2 est apte à l'emploi (selon le rapport 1).
- iii) La combinaison couche 2 - mastic A est apte à l'emploi (selon le rapport 2).

□ Revêtement II

Acceptable après avoir testé un revêtement contenant la liaison : couche 1 - mastic A, pour les raisons suivantes :

- i) La combinaison verre - couche 2 est apte à l'emploi (selon le rapport 2).
- ii) La combinaison couche 2 - couche 1 est apte à l'emploi (selon le rapport 1).
- iii) Mais la combinaison couche 1 – mastic A n'a pas été testée précédemment.

5.2.4 Plage de collage sur acier inoxydable

Les plages de collage sur acier inoxydable laminé ou étiré sont prises en considération dans le présent document à condition que puisse être justifiée leur conformité aux chapitres suivants et que la liaison avec un mastic de collage permette de réaliser un système satisfaisant conformément aux essais de ce document :

Chapitre 4 Exigences

Chapitre 5 Méthodes de vérification

5.1.4.1 Résistance mécanique initiale

5.1.4.1.1 Traction, rupture

5.1.4.1.2 Cisaillement, rupture

5.1.4.2 Résistance mécanique résiduelle après vieillissement artificiel

5.1.4.2.1 Immersion dans l'eau à haute température avec ou sans rayonnement solaire

5.1.4.2.2 Humidité et atmosphère NaCl

5.1.4.2.3 Humidité et atmosphère SO₂

5.1.4.2.4 Produits de nettoyage de la façade

Chapitre 6 Évaluation et jugement de l'aptitude à l'emploi de produits pour une utilisation prévue.

5.3 Vérifications nécessaires en cas d'échange de composants ou de fournisseurs

En cas d'échange de composant, il faut s'assurer que le nouveau composant n'affecte pas le niveau de performance ou la vie du système VEC.

En ce qui concerne les composants spécifiés décrits en 4.9 (i), il doit être justifié que les nouveaux composants ont les mêmes caractéristiques que ceux qu'ils remplacent et qu'ils ont peu ou pas d'influence sur les caractéristiques du système VEC. De plus, il faut s'assurer que le nouveau composant est compatible avec les autres composants

pendant la durée de vie prévue. Des essais de compatibilité doivent être réalisés pour s'assurer que les composants échangés n'exercent pas d'influence ou d'effet négatif sur les composants avec lesquels ils interagissent dans le système. Pour les composants spécifiés décrits en 4.9 (ii), l'origine n'a pas de conséquence sur les performances.

Lors d'un échange de composant spécifié en 4.9 (i), l'organisme délivrant l'ATE déterminera le programme d'essai jugé nécessaire, en se fondant sur sa propre expérience et en référence au tableau ci-dessous. En cas de doute, l'organisme délivrant l'ATE peut consulter les autres organismes européens.

Le tableau 6 répertorie les composants susceptibles d'être remplacés et les essais d'évaluation, le cas échéant. Si nécessaire, le remplacement de plus d'un composant peut faire l'objet d'une analyse plus approfondie car la base générale d'acceptation du kit peut ne plus être valable. Le tableau n'est pas exhaustif et peut être adapté aux spécificités de certains systèmes.

Les essais font référence soit aux essais mentionnés dans le présent Guide, soit aux normes CEN.

Tableau 6 - Echange de composants

Composant	Essai de détermination des caractéristiques	Essais d'identification
Mastic de collage	5.1.2 5.1.4.1 5.1.4.2 5.1.4.4 5.1.4.6	5.2.1
Support de cale d'assise	5.1.4.3.1	
Ancrages	5.1.4.3.2	
Dispositifs de retenue	5.1.4.3.3	
Verre à couche	–	5.2.3.1
Revêtement pour verre	5.2.3.3	
Anodisation d'aluminium	5.1.4.1 5.1.4.2	5.2.2
Garniture d'étanchéité	Essai de compatibilité 5.1.4.2.5	
Cale d'assise	Essai de compatibilité 5.1.4.2.5 et Shore 70	
Espaceur, fond de joint	Essai de compatibilité 5.1.4.2.5	

6 Évaluation et jugement de l'aptitude à l'emploi de produits pour une utilisation prévue

6.0 Préambule

Le chapitre 6 énumère les exigences de performance auxquelles doivent se conformer les systèmes de Vitrages Extérieurs Collés, en termes précis et mesurables (dans la mesure du possible et proportionnellement à l'importance du risque), ou en termes qualitatifs, en liaison avec les produits et leur utilisation prévue, au moyen des méthodes de vérification (chapitre 5).

Chaque exigence de performance à respecter pour un usage prévu est, en général, évalué pour des classes, des catégories d'emploi ou des valeurs numériques. Généralement, l'ATE doit indiquer soit les résultats de ces évaluations ou déclarer « Aucune performance déterminée » (pour les pays/régions/bâtiments pour lesquels aucune loi, réglementation et disposition administrative n'est applicable). Cette déclaration ne signifie pas que le VEC a un mauvais comportement, mais tout simplement que cette propriété spécifique de performance n'a pas fait l'objet d'essais ni d'évaluation.

Pour les résultats hors exigence donnée ci-dessous, l'organisme d'agrément doit les soumettre à une analyse plus approfondie sur la base d'un nombre plus important d'éprouvettes, en renouvelant tout essai contestable ou autres mesures liés au problème soulevé.

6.1 Généralités - Interprétation statistique des résultats d'essais

$$R_{u,5} = X_{\text{mean}} - \tau_{\alpha\beta} \cdot s$$

$$\Delta X_{\text{mean}} = X_{\text{mean,c}} / X_{\text{mean,n}}$$

où :

$R_{u,5}$ = contrainte de rupture caractéristique assurant à 75 % que 95 % des résultats d'essais seront supérieurs à cette valeur

X_{mean} = contrainte de rupture moyenne, soit en traction, soit en cisaillement

$X_{\text{mean,n}}$ = contrainte de rupture moyenne, soit en traction, soit en cisaillement à l'état initial

$X_{\text{mean,c}}$ = contrainte de rupture moyenne, soit en traction, soit en cisaillement après conditionnement ou vieillissement

$\tau_{\alpha\beta}$ = excentricité de 5 % avec un niveau de confiance de 75 % (voir tableau 7)

s = écart type des séries étudiées

et également :

V_{mean} = valeur moyenne

K_x = rigidité de l'échantillon à x % d'allongement à l'état initial

$K_{x,c}$ = rigidité de l'échantillon à x % d'allongement après conditionnement

R_{des} = résistance utile

$F_{u,5}$ = force caractéristique assurant à 75 % que 95 % des résultats d'essais seront supérieurs à cette valeur

F_{mean} = force de rupture moyenne

Note : Type de rupture

Plusieurs essais stipulent « Rupture \geq 90 % cohésive », c'est-à-dire que la rupture des échantillons doit se produire à 90 % maximum dans l'épaisseur du mastic de collage et 10 % maximum à l'interface entre le mastic et le support de collage.

Tableau 7 - Variable $\tau_{\alpha\beta}$ en fonction du nombre d'éprouvettes (voir ISO 3207)

Nombre d'éprouvettes	5	6	7	8	9	10	15	30	∞
Variable $\tau_{\alpha\beta}$	2,46	2,33	2,25	2,19	2,14	2,10	1,99	1,87	1,64

Tableau 8.1 - ER1 et ER2

Référence	Méthodes de vérification	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
ER1 Résistance mécanique et stabilité – ne s'applique pas au VEC			
ER2 Sécurité en cas d'incendie			
5.1.2.1	Réaction au feu	6.1.2.1	Classes selon la décision de la CE et le document de classification du CEN.
5.1.2.2	Résistance au feu	6.1.2.2	Classes selon le Document Interprétatif N° 2, clause 4.3.1.3.5.2 et le document de classification du CEN.
5.1.4.10	Comportement au feu (voir également ER4)	6.1.4.10	Classification selon le document de classification du CEN.

Tableau 8.2 - ER3

Référence	Méthodes de vérification	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
ER3			
ER3 Santé, Hygiène et Environnement			
5.1.3.1	Perméabilité à l'air Étanchéité à l'eau	6.1.3.1	prEN 12152 - L'option « aucune performance déterminée » est possible prEN 12154 - L'option « aucune performance déterminée » est possible
5.1.3.2	Qualité de l'air / Substances dangereuses	6.1.3.2	Aucune condensation prolongée due à l'humidité ne doit survenir en dehors de la zone drainée ou sur la face intérieure de la façade. Aucune substance dangereuse n'est permise en référence au document CONSTRUCT 95/148 Rév 1 - 04/01/96.

Tableau 8.3 - ER4

Référence	Méthodes de vérification	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
ER4 Sécurité d'Utilisation			
5.1.4.1 Résistance mécanique initiale			
5.1.4.1.1	K _{12,5} Traction : - 20 °C, 23 °C, 80 °C	6.1.4.1.1	Valeur exprimant la rigidité sécante à 12,5 %, K _{12,5} (voir annexe 1). $R_{u,5} = X_{\text{mean},n} - \tau_{\alpha\beta} \cdot s$ pour essai à - 20 °C, + 23 °C, + 80 °C.
5.1.4.1.2	Cisaillement : - 20 °C, 23 °C, 80 °C	6.1.4.1.2	$R_{u,5} = X_{\text{mean},n} - \tau_{\alpha\beta} \cdot s$ pour essai à - 20 °C, + 23 °C, + 80 °C <i>Pour traction et cisaillement :</i> $\Delta X_{\text{mean}} = X_{\text{mean}, -20^\circ\text{C}} / X_{\text{mean}, 23^\circ\text{C}} \geq 0,75$ $\Delta X_{\text{mean}} = X_{\text{mean}, 80^\circ\text{C}} / X_{\text{mean}, 23^\circ\text{C}} \geq 0,75$ Rupture ≥ 90 % cohésive.
5.1.4.2 Résistance résiduelle après vieillissement artificiel			
5.1.4.2.1	Immersion dans l'eau chaude	6.1.4.2.1	L'exigence minimale est une immersion de 1000 heures 1) $\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$ essai à + 23 °C. 2) Pour $0 \leq x \% \leq 12,5$ de la courbe déformation/contrainte (voir annexe 1), la rigidité doit être comme suit : $0,5 \leq K_{x,c} / K_x \leq 1,10$ Rupture ≥ 90 % cohésive.
5.1.4.2.2	Humidité et NaCl	6.1.4.2.2	$\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$ essai à + 23 °C - Rupture ≥ 90 % cohésive.
5.1.4.2.3	Humidité et SO ₂	6.1.4.2.3	$\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$ essai à + 23 °C - Rupture ≥ 90 % cohésive.
5.1.4.2.4	Produits de nettoyage de la façade	6.1.4.2.4	$\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$ essai à + 23 °C - Rupture ≥ 90 % cohésive.
5.1.4.2.5	Matériaux en contact	6.1.4.2.5	<i>Méthode sans U.V.</i> : Aucune décoloration, ni effet sur R _{u,5} n'est permis - Rupture : 90 % cohésive. <i>Méthode avec U.V.</i> : Après exposition, la compatibilité est déterminée par observation de décoloration avec vue normale corrigée. Exigence pour l'essai de pelage : Aucune rupture adhésive n'est autorisée pendant l'essai de pelage.
5.1.4.3 Dispositifs de retenue			
5.1.4.3.1	Support de cale d'assise	6.1.4.3.1	La charge à laquelle se produit un fléchissement maximum de 0,5 mm entre A et B est notée.
5.1.4.3.2	Ancrage	6.1.4.3.2	<i>Méthode I</i> : Valeur calculée : Statique : $F_{u,5 \text{ static}} = F_{\text{mean}} - \tau_{\alpha\beta} \cdot s$ et $F_{\text{des}} = F_{u,5} / \tau$ Dynamique : après 5350 cycles, aucune dégradation ne doit être observée sur les 5 ancrages testés. <i>Méthode II</i> : $P_{br,c} / P_{br,n} \geq 0,75$ $F_{\text{des}} = \frac{P_{br,c} \times a^2}{4 \times \tau}$
5.1.4.3.3	Dispositifs de sécurité	6.1.4.3.3	La diversité des modèles est telle que l'organisme d'agrément décidera de la méthode à retenir.
5.1.4.4	Ouvrants	6.1.4.4	À l'issue de l'essai, aucun dommage ne doit apparaître au niveau du mastic de collage. Les fenêtres doivent faire l'objet d'un examen avant, pendant et après les essais, et tout défaut, comme par exemple rupture de vitrage, décollement, etc. doit être inscrit.

Suite du tableau page suivante

Tableau 8.3 - ER4 (suite)

Référence	Méthodes de vérification	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
5.1.4.5	Essais au choc	6.1.4.5	La performance est analysée à l'aide du guide UEAtc [3] « Façade légère », Titre III, chapitres 1,2 et 1,3. L'option « aucune performance déterminée » est possible.
5.1.4.6 Essai sur le mastic de collage			
5.1.4.6.1	Inclusions de gaz	6.1.4.6.1	Aucune bulle de gaz visible n'est permise, à l'aide d'une vue normale corrigée.
5.1.4.6.2	Reprise élastique	6.1.4.6.2	L'allongement de 24 h après retrait de la charge doit être < 5 % de l'allongement initial.
5.1.4.6.3	Retrait	6.1.4.6.3	Le retrait doit être inférieur à 10 %.
5.1.4.6.4	Résistance à l'arrachement	6.1.4.6.4	$\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$.
5.1.4.6.5	Fatigue mécanique	6.1.4.6.5	$\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$; rupture ≥ 90 % cohésive.
5.1.4.6.6	Résistance du mastic aux U.V.	6.1.4.6.6	$\Delta X_{\text{mean}} \geq 0,75$ pour allongement et contrainte de rupture.
5.1.4.6.7	Module élastique du mastic	6.1.4.6.7	Valeur déclarée résultant de l'essai. En fonction du type de courbe obtenu (a,b,c,d suivant la figure 1 de la norme ISO 527), les couples de valeurs suivantes seront données (ε_1, σ_1), (ε_2, σ_2), (ε_m, σ_m), (ε_y, σ_y), (ε_B, σ_B). Le module de calcul : $E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$.
5.1.4.6.8	Fluage sous cisaillement de longue durée et sous effort de traction cyclique	6.1.4.6.8	Pour tous les échantillons, 24 heures après retrait de la charge, le déplacement horizontal relatif maximal est de 0,1 mm : – le déplacement doit être stabilisé après 91 jours, – le déplacement maximal mesuré avant retrait de la charge doit être compatible avec celui que le système peut accepter.
5.1.4.8	Hauteurs d'allège	6.1.4.8	La gamme de hauteurs d'allège possibles est notée
5.1.4.9	Stabilité au vent	6.1.4.9	Classification suivant le guide UEAtc sur les Fenêtres. La flèche maximale du prototype doit figurer dans l'ATE.
5.1.4.10	Comportement au feu (voir également ER2)	6.1.4.10	Classification suivant le document de classification du CEN.

Tableau 8.4 - ER5 et ER6

Référence	Méthodes de vérification	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
ER5 Protection contre le bruit			
5.1.5	Protection contre le bruit	6.1.5	Le demandeur doit déclarer le niveau de performance demandé. Classement d'isolation acoustique et présentation des résultats : EN 717-1. L'option « aucune performance déterminée » est possible.
ER6 Économies d'énergie et isolation thermique			
5.1.6.1	Isolation thermique	6.1.6.1	Méthode par granulats : Les résultats sont exprimés conformément aux clauses 7.3 et 8 de la norme prEN 12412. L'option « aucune performance déterminée » est possible.
5.1.6.2	Perméabilité à l'air	6.1.6.2	Voir 6.1.3.1. L'option « aucune performance déterminée » est possible.

Tableau 8.5 - Aspects de durabilité

Référence	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
5.1.7	Aspects de durabilité	L'ensemble du programme d'essais est supposé nécessaire et suffisant pour apprécier la durabilité.

Tableau 8.6 - Méthodes de vérification liées à l'identification des produits

Référence	Méthodes de vérification	Référence	Exploitation des résultats et exigences - Critères
Méthodes de vérification liées à l'identification des produits			
5.2.1 Mastic de collage			
5.2.1.1	Masse volumique	6.2.1.1	V_{mean} et S.
5.2.1.2	Dureté	6.2.1.2	V_{mean} et S.
5.2.1.3	Analyse thermo-gravimétrique	6.2.1.3	Courbe thermogravimétrique.
5.2.1.4	Couleur	6.2.1.4	Échelle des couleurs ISO 4660.
5.2.2 Plage de collage sur aluminium anodisé			
5.2.2.1	Alliages d'aluminium	6.2.2.1	Composition chimique : Les alliages d'aluminium utilisés couramment en architecture pour ce type d'application sont les alliages EN AW-6060 et EN AW-6063 selon EN 573-3, partie 3. D'autres alliages peuvent être utilisés à condition qu'ils répondent à l'exigence correspondante du présent Guide.
5.2.2.2 Caractéristiques de l'anodisation			
5.2.2.2.1	Mesure de l'épaisseur	6.2.2.2.1	Épaisseur moyenne minimale 15 μm .
5.2.2.2.2	Essais de colmatage	6.2.2.2.2	Pour la norme ISO 2143 : Les valeurs 0-2 sur l'échelle EWAA/EURAS sont acceptées. Pour la norme ISO 3210 : Perte de masse maximale 30 mg/dm ² . Pour la norme ISO 2931 : Admittance < 20 μS .
5.2.2.2.3	Mesure de l'admittance à 20 000 Hz	6.2.2.2.3	Valeur de référence mesurée à 20 000 Hz pour l'épaisseur d'anodisation annoncée (voir également 8.1.4.2.1).
5.2.2.3 Description du procédé d'anodisation			
5.2.2.3.1	Dérochage	6.2.2.3.1	Aucun critère, description.
5.2.2.3.2	Oxydation anodique	6.2.2.3.2	Aucun critère, description.
5.2.2.3.3	Colmatage de la couche anodisée	6.2.2.3.3	Aucun critère, description.
5.2.3 Plage de collage du verre			
5.2.3.1	Identification du verre	6.2.3.1	prEN correspondante pour le type de verre.
5.2.3.2	Produit verrier	6.2.3.2	Critères pour l'ensemble correspondant d'essais applicables, voir 5.1.4 et 5.2.3.2.
5.2.3.3	Verre à couche	6.2.3.3	Seuls les couches classées A,B,S selon la norme prEN 1096 conviennent au collage. De plus, la couche doit répondre à l'exigence de l'ensemble des essais applicables, voir 5.1.4 et 5.2.3.3.
5.2.4 Plage de collage sur acier inoxydable			
	Alliage d'acier inoxydable	6.2.4	Les matériaux en acier inoxydable doivent être un alliage austénitique, référence X5CrNi18-10 et X5CrNiMo17-12-2 selon la norme EN 10088 (304 et 316, selon AISI ASTM) qui convienne à la flexion ou au soudage. Seul le traitement de finition testé peut être réellement utilisé dans la pratique.

7 Hypothèses selon lesquelles doit être évaluée l'aptitude à l'emploi

7.0 Généralités

Le chapitre 7 expose les conditions préalables relatives à la conception, réalisation, maintenance et réparation, dont la satisfaction est supposée assurée dans l'évaluation d'aptitude à l'emploi conduite conformément au Guide

(uniquement lorsque c'est nécessaire et dans la mesure où elles ont une influence sur l'évaluation ou les produits).

Lors de l'évaluation de l'aptitude à l'emploi d'un système VEC, il est nécessaire de considérer le système par rapport aux règles de l'art existantes relatives à la mise en œuvre, en particulier celles traitant du verre et du vitrage. Si le système bénéficie de caractéristiques particulières inhabituelles, notamment au niveau de la procédure de mise en œuvre, qui sortent du cadre des règles existantes, ces caractéristiques doivent figurer dans l'ATE et des précisions doivent être apportées quant aux précautions à prendre sur chantier, afin de garantir une mise en œuvre correcte, et par conséquent le niveau de performance requis.

Une hypothèse générale porte sur le fait que les surfaces jugées aptes à recevoir un mastic de collage ne seront pas rendues inaptes en raison d'actions non autorisées lors du traitement, par exemple l'application de lanoline après anodisation de l'aluminium n'est pas acceptée.

7.1 Conception des ouvrages

La conception d'une façade incorporant un système VEC, à de nombreux égards, sera spécifique au bâtiment pour lequel cette façade est destinée.

Cela comprend la performance mécanique générale de la façade, sa résistance au choc, sa performance acoustique (le cas échéant), ainsi que son comportement hygrothermique.

L'ATE pour système VEC indiquera les propriétés thermiques des éléments du système VEC et donnera des indications quant au comportement acoustique probable. Il faut supposer que des calculs spécifiques et, dans certains cas, des essais seront nécessaires pour chaque application. De même, des calculs et, le cas échéant, des essais seront demandés afin de déterminer la caractéristique mécanique générale de la façade et celle de l'ossature sur laquelle sont fixés les composants VEC. Il est du ressort du fournisseur de s'assurer que la façade telle que mise en œuvre dans le bâtiment correspond à la performance demandée, sur la base des informations figurant dans l'ATE.

Pour qu'une façade incorporant un système VEC puisse remplir sa fonction, il faut que l'ossature de la façade réponde aux conditions préalables définies dans l'ATE (voir chapitre 9). La liste suivante fournit des conditions préalables probables, mais cette liste n'est pas exhaustive et peut s'adapter à des systèmes particuliers :

- il sera défini une limite quant à la flèche acceptable des meneaux et des traverses ;
- le joint entre montants et traverses dans l'ossature de la façade doit résister, sans détérioration ou déformation permanente, aux charges de fonctionnement et au poids mort du cadre support de collage et du vitrage ;
- l'ossature de la façade doit être munie de joints de dilatation et d'une mise à la terre ;
- la flèche maximale calculée du cadre support de collage sans verre, entre deux ancrages adjacents sur le même bord (voir terminologie clause 3.2.01), est de 1/300 (voir également 5.1.4.7).

Si l'option « aucune perforamnce déterminée » est retenue pour un kit, l'exigence de performance peut être remplie en retenant d'autres mesures appropriées.

7.2 Réalisation des ouvrages

7.2.1 Transport et stockage

L'organisme d'agrément doit vérifier que le fabricant prend les précautions nécessaires quant au transport et au stockage afin de s'assurer que les cadres vitrés supports de collage sont protégés contre les dommages dus, par exemple, aux bris de verre, rayures, éclats ou contamination.

Des dispositions appropriées qui doivent être prises pour éviter l'application, sur le mastic de collage, de charges non acceptables par exemple prévoir des pupitres adaptés. En outre, l'utilisation d'emballage adéquat protégera les cadres VEC de l'exposition à l'eau, du rayonnement solaire ou des changements importants de température.

7.2.2 Mise en œuvre

7.2.2.1 Généralités

Le fournisseur du système VEC doit fournir des instructions détaillées concernant la fixation du cadre support de collage à l'ossature de la façade, y compris la procédure d'alignement précis des éléments et de réalisation de l'étanchéité.

La mise en œuvre du système VEC doit pouvoir s'effectuer dans des conditions de chantier normales. L'une des exigences du présent Guide stipule que tous les collages doivent être réalisés en usine, dans des conditions contrôlées. Toutefois, tenant compte de cette exigence importante, il est toujours possible que l'intégrité à long terme du mastic de collage soit affectée par une mauvaise mise en œuvre. Il est plus probable que ce problème survienne en cas de déroulement de chantier difficile, nécessitant un niveau anormalement élevé de compétence et de formation.

L'organisme d'agrément doit procéder à un examen des instructions de fixation sur chantier ou des dispositions préconisées par le fournisseur de système VEC. Cet examen a pour but de garantir que les instructions sont propres à permettre une mise en œuvre par des ouvriers de chantier, en faisant appel à des niveaux normaux de qualification, et à des formations spécifiques, le cas échéant. Il doit être prévu que certains aspects soient couverts par les instructions, tels que des commentaires sur la nécessité d'éviter le blocage des ouvertures de drainage lors de l'application d'une garniture d'étanchéité, l'assurance du bon positionnement des dispositifs de retenue afin d'éviter la concentration de charges sur le vitrage, ainsi que les exigences requises pour la manutention correcte des éléments.

Il faut déterminer, lors de l'évaluation, si la conception du système présente des difficultés particulières pour la mise en œuvre sur chantier. La réalisation des corps d'épreuve pour essais de perméabilité à l'air, résistance au vent et étanchéité à l'eau représente une bonne occasion d'évaluation.

Il existe plusieurs aspects de conception nécessitant un soin particulier pour une meilleure mise en œuvre. Les notes suivantes en présentent certains, mais il n'y a pas lieu de considérer cette liste comme exhaustive :

- i Fixation sur chantier du support de cale d'assise du verre.
- ii Mise en place sur chantier des cales d'assise [généralement conjointement avec i].
La séquence de mise en œuvre (en particulier la fixation des cales d'assise) ne doit pas permettre qu'une sollicitation au cisaillement non justifiée ne soit appliquée au mastic de collage.
- iii Tolérances dimensionnelles des éléments de raccordement.
- iv Fixation sur chantier des dispositifs de sécurité.

7.2.2.2 Garniture d'étanchéité

Les exigences relatives à la garniture d'étanchéité varient en fonction du type de système employé. Si l'on utilise un mastic, il sera généralement nécessaire de préparer parfaitement les plages d'adhérences, d'appliquer un primaire, si nécessaire, d'insérer un fond de joint et de calfeutrer avec le mastic demandé.

Lors de l'utilisation d'une garniture d'étanchéité préformée, il est nécessaire de s'assurer que le joint de la façade est propre et que les tolérances de dimensions sont comprises dans les limites requises.

Tout changement quant à ces procédures doit être étudié afin de garantir que la performance requise soit atteinte et que la procédure peut être réalisée sur site.

7.3 Maintenance et réparation

Il est nécessaire d'examiner les recommandations du fabricant relatives à la fréquence de nettoyage et d'entretien de la façade, et la méthode à retenir.

La procédure de nettoyage ne doit permettre que l'utilisation de produits évalués comme étant compatibles avec les composants VEC. L'emploi de moyen de nettoyage non abrasifs peut être accepté si la couche en face 1 du vitrage ne subit aucun dommage.

En raison de difficultés de contrôle qualité lors de réparations sur site, un cadre de remplacement vitré en usine doit être installé. Par conséquent, il est nécessaire d'évaluer et de porter un jugement sur la facilité d'un remplacement ultérieur.

Le remplacement de garnitures d'étanchéité devrait s'effectuer à l'aide de procédures et de matériaux approuvés par le fournisseur du système VEC et être couvert par l'ATE.

Section 3 : Attestation de conformité

8 Evaluation de conformité

8.1 Décision de la Commission Européenne

Les systèmes d'attestation de conformité spécifiés par la Commission Européenne, tels que précisés dans le Mandat CE sont les suivants [Décision de la Commission du 24/06/96, publiée dans le Journal Officiel des Communautés Européennes L254 du 08/10/96].

Système 1 (sans essais de contrôle des échantillons) pour kits VEC, Types II et IV.

Système 2+ [première possibilité, comprenant une certification du contrôle de la production en usine] par un organisme notifié sur la base de la surveillance continue, de l'évaluation et de l'approbation des kits VEC Types I et III.

[Les systèmes étant tels que décrits dans la Directive du Conseil 89/106 CEE, Annexe III.2.(i) et (ii) respectivement].

Systeme 1

- a) Tâches du fabricant :
- contrôle de la production en usine,
 - essais sur échantillons prélevés dans l'usine par le fabricant selon un plan d'essais prescrit.
- b) Tâches de l'organisme notifié :
- essais de type initiaux du produit,
 - inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine,
 - surveillance continue, évaluation et approbation du contrôle de la production en usine.

Systeme 2+

- a) Tâches du fabricant :
- essais de type initiaux du produit,
 - contrôle de la production en usine.
- b) Tâches de l'organisme notifié :
- inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine,
 - surveillance continue, évaluation et approbation du contrôle de la production en usine.

Dans la pratique, le fonctionnement des systèmes 1 et 2+ est très similaire pour les kits VEC, pour les raisons suivantes :

1. les résultats d'essais sont généralement disponibles dans le cadre de travaux nécessaires à l'évaluation des produits en vue d'un ATE, et ces essais devraient être utilisés pour les besoins d'essais de type initiaux ;
2. en raison de la nature du produit, des essais sur échantillons prélevés dans l'usine par le fabricant devront être réalisés conformément aux dispositions du contrôle de la production en usine.

Les différences significatives qui existent entre les deux systèmes sont les suivantes :

1. le système de qualification des organismes notifiés chargés de l'inspection initiale de l'usine/du contrôle de la production en usine et de la surveillance continue diffèrent selon les deux systèmes (voir EC Construct 95/149, Document Informatif A) ;
2. un Certificat de Conformité du produit délivré par un organisme notifié est requis pour le système 1, alors qu'une certification du contrôle de la production en usine est requise pour le système 2+.

8.2 Responsabilités

8.2.1 Tâche du fabricant

8.2.1.1 Contrôle de la production en usine

Le fabricant doit exercer un contrôle interne permanent de la production. Dans le cadre d'un kit VEC, le terme fabricant fait référence à l'entreprise chargée du lancement du kit sur le marché (normalement, il s'agit également du détenteur de l'ATE). L'ensemble des éléments, exigences et dispositions, adoptés par le fabricant doit faire systématiquement l'objet de documents sous forme de procédures et de règles écrites. Ce système de contrôle de la production doit apporter la garantie que le produit est conforme à l'Agrément Technique Européen (ATE).

Les fabricants ayant un système de contrôle de la production en usine conforme à la norme EN ISO 9001/2 et couvrant les exigences d'un ATE sont reconnus comme respectant les exigences de contrôle de la production en usine de la Directive.

8.2.1.2 Essais sur éprouvettes prélevées en usine – Plan d'Essais Prescrit

Cela ne concerne que le prélèvement d'échantillons représentatifs du produit final. Dans le cadre d'un système VEC, les essais sur pièces en « H », ainsi que les essais de pelage, intégrés dans le contrôle de la production en usine, apportent les preuves nécessaires.

8.2.1.3 Déclaration de Conformité (Systeme 2+)

Lorsque tous les critères d'attestation de conformité sont satisfaits, le fabricant doit effectuer une Déclaration de Conformité.

8.2.2 Tâches du fabricant ou de l'organisme notifié - Essais de type initiaux

Des essais d'homologation auront été effectués par l'organisme d'agrément ou sous sa responsabilité (ceci n'exclut pas une part réalisée par un laboratoire recommandé ou par le fabricant sous contrôle de l'organisme

d'agrément), conformément au chapitre 5 du présent Guide ATE. L'organisme d'agrément aura évalué les résultats de ces essais conformément au chapitre 6 du présent Guide ATE, dans le cadre de la procédure de délivrance des ATE. Ces essais devraient être utilisés pour les besoins d'essais de type initiaux.

En ce qui concerne le Système 1, ce travail devrait être validé par l'organisme notifié dans le cadre d'un Certificat de Conformité. En ce qui concerne le Système 2+, le travail devrait être repris par le fabricant dans le cadre d'une Déclaration de Conformité.

8.2.3 Tâches pour l'organisme notifié

8.2.3.1 Évaluation du système de contrôle de la production en usine – inspection initiale seulement ou inspection initiale et surveillance permanente

L'évaluation du contrôle de la production en usine relève d'un organisme notifié.

Une évaluation doit être menée à chaque étape de production pour chaque unité de fabrication, afin de prouver que le contrôle de la production en usine est conforme à l'ATE et à tout document auxiliaire. Cette évaluation doit se baser sur une inspection initiale de l'usine.

Par la suite, une surveillance continue du contrôle de la production en usine est nécessaire pour garantir une conformité permanente à l'ATE.

Il est recommandé que ces inspections de contrôle soient effectuées au moins deux fois par an.

8.2.3.2 Certification

L'organisme notifié doit délivrer un Certificat de Conformité du produit (pour le Système 1) ou doit délivrer une Certification du système de contrôle de la production en usine (pour le Système 2+).

8.3 Documentation

8.3.1 Généralités

L'organisme d'agrément délivrant l'ATE doit fournir les renseignements mentionnés ci-dessous. Ces renseignements, ainsi que les exigences énoncées dans le Document Informatif CE « EC Guidance Paper B (Construct 95/135 Rev 1) », serviront généralement de support à l'évaluation par l'organisme notifié du contrôle de la production en usine :

- (i) ATE,
- (ii) procédé de base de fabrication,
- (iii) spécifications relatives aux produits et aux matériaux,
- (iv) plan d'essais dans le cadre du contrôle de la production en usine,
- (v) toute autre information utile.

Ces renseignements doivent initialement être préparés ou recueillis par l'organisme d'agrément et être approuvés par le fabricant. On trouvera, ci-dessous, quelques indications sur le type de renseignements demandés :

8.3.2. Documentation détaillée

8.3.2.1 ATE

Voir section 4 du présent Guide.

8.3.2.2 Procédé de base de fabrication

Le procédé de base de fabrication doit être suffisamment détaillé pour servir de base aux méthodes de contrôle de la production en usine proposées.

Normalement, la manutention, le stockage et le prétraitement corrects des composants VEC sont déterminants. Il y a lieu de mettre en évidence des exigences spécifiques lorsque le procédé de fabrication est décrit.

8.3.2.3 Spécifications relatives aux produits et aux matériaux

Les spécifications relatives aux produits et aux matériaux sont exigées pour les différents composants, parmi lesquels une bonne partie est approvisionnée directement. Ces spécifications peuvent revêtir des formes diverses, et renfermer les éléments suivants :

- dessins détaillés (y compris tolérances de fabrication),
- déclaration relative aux spécifications de matières premières,
- références aux spécifications appropriées,
- fiches techniques des fournisseurs.

8.3.2.4 Plan d'essais dans le cadre du contrôle de la production en usine

Le fabricant et l'organisme d'agrément délivrant l'ATE doivent convenir d'un plan d'essais (Directive Produits de Construction, Annexe III 1b).

Il est indispensable de convenir d'un plan d'essais car les normes actuelles relatives aux systèmes de d'assurance qualité (Document Informatif « Guidance Paper Number B », EN 29002, etc.) ne garantissent pas que la spécification des produits reste inchangée, et ne peuvent pas aborder la validité technique du type ou de la fréquence des contrôles et essais.

La validité des essais de type initiaux et la fréquence des contrôles en cours de fabrication et sur le produit fini doit être prise en considération. Cela comprend les contrôles effectués lors de la fabrication sur les propriétés ne pouvant plus être vérifiées à un stade ultérieur, et les contrôles sur le produit fini. Il s'agit normalement de :

Contrôles sur matières premières

La documentation doit indiquer clairement que les matières premières correspondent à celles figurant sur la liste de l'ATE.

Si ces matériaux ou composants sont fabriqués et testés par le fournisseur selon les méthodes convenues, le fabricant de kits VEC ne doit normalement pas effectuer d'essais supplémentaires. Si le fournisseur ne réalise pas ces essais, le fabricant de kits doit alors effectuer les contrôles/essais appropriés avant acceptation.

(i) Sur chaque lot de mastic (campagne de production qui peut impliquer plusieurs futs)

Adhésion-cohésion en traction jusqu'à rupture sur verre float et sur métal de référence (aluminium ou acier inoxydable).

Six éprouvettes, conformément à la figure 6, sont confectionnées et conservées suivant les instructions du fabricant de mastic de collage.

Trois éprouvettes sont ensuite soumises à un essai de traction jusqu'à rupture.

Les trois éprouvettes restantes sont immergées dans de l'eau à 100 ± 2 °C pendant 24 heures. Elles sont alors conditionnées pendant 48 ± 4 heures à une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de 50 ± 5 %. Ces éprouvettes sont ensuite soumises à l'essai de traction jusqu'à rupture.

Tableau 9 - Exploitation des résultats et exigences

Essais	Exploitation des résultats et exigences
Adhésivité-cohésion en traction jusqu'à rupture avant et après immersion dans l'eau	Rupture 90 % cohésive Valeur de rupture à vérifier et noter. La valeur de rupture minimale doit être communiquée par le fabricant de mastic de collage dans des conditions d'essais définies (température, humidité relative, etc.).

(ii) Sur chaque lot d'aluminium anodisé (par exemple, ensemble de profilés en aluminium anodisé dans le même bain au même moment)

Cinq mesures électriques d'admittance et d'épaisseur par lot d'anodisation prouveront la consistance et la conformité à l'ATE de l'anodisation pour un bain, et entre plusieurs bains :

Méthode de caractérisation des propriétés de surface de la couche d'aluminium anodisé :

Deux propriétés ont été sélectionnées afin de vérifier la stabilité des profilés d'aluminium anodisé :

- l'épaisseur de la couche d'oxyde d'aluminium,
- le niveau de colmatage, c'est-à-dire le niveau de porosité de la surface.

L'épaisseur de la couche d'oxyde d'aluminium est mesurée au moyen de la méthode d'essais par courants de Foucault.

Le niveau de colmatage est déterminé en mesurant l'admittance de la couche d'oxyde à haute fréquence (20 kHz).

Note : Pour les autres types de support (acier inoxydable, verre, etc.), aucun essai équivalent à (ii) n'est nécessaire.

(iii) sur l'acier inoxydable

Le certificat donné par le fabricant d'acier inoxydable est employé pour établir que le produit en acier inoxydable fourni pour le projet est identique au produit décrit dans l'ATE (l'alliage et l'état de surface). Aucun essai particulier n'est requis. Le cas échéant, l'organisme notifié peut demander le rapport de performance correspondant émanant des essais de type initiaux.

(iv) sur le verre

Aucun essai particulier n'est requis.

(v) sur le verre à couche

Aucun essai particulier n'est requis. Le dossier technique accompagnant la livraison de verre à couche doit com-

prendre une déclaration selon laquelle le verre à couche est fabriqué conformément aux classes A, B, S de la série de normes prEN 1096.

(vi) sur les vitrages isolants

Il n'est pas demandé d'essai particulier au détenteur de l'ATE.

Toutefois, celui-ci doit communiquer les spécifications de vitrage isolant au fournisseur afin que ces vitrages isolants puissent être fabriqués conformément à l'ATE, et doit donner au minimum les renseignements suivants :

si le mastic de scellement n'a pas de rôle structurel :

- la liste du(des) mastic(s) de scellement(s) du vitrage isolant compatible(s) avec le kit VEC,
- les tolérances dimensionnelles (par rapport aux exigences essentielles) applicables au vitrage isolant,
- les caractéristiques essentielles, écart par rapport à la norme prEN 1279-1,
- ...

renseignements complémentaires lorsque le mastic de scellement a un rôle structurel :

- $R_{u,5}$, la contrainte de rupture caractéristique du(des) mastic(s) de collage et scellement du vitrage isolant ;
- les dimensions et tolérances de la hauteur de mastic de scellement ou la méthode de calcul précise pour déterminer la hauteur de mastic de scellement, la tolérance admissible le concernant, ainsi que la valeur des variables entrant dans la méthode de calcul ;
- la liste des couches sur lesquelles peut s'appliquer le mastic de scellement (sur les faces 2, 3 du vitrage isolant) ;
- les liste des couches sur lesquelles peut s'appliquer le mastic de collage (sur vitrage isolant à bords décalés face 2, sur vitrage isolant à bords alignés face 4) ;
- autres, ...

Le dossier technique accompagnant la livraison de vitrage isolant doit comprendre les éléments suivants :

- une déclaration stipulant que les vitrages isolants sont fabriqués conformément à la série de normes prEN 1279,
- une déclaration stipulant que les vitrages isolants sont fabriqués conformément aux spécifications de l'ATE fournies par le détenteur de l'ATE.

de plus, si le mastic de scellement a un rôle structurel :

- un résumé des enregistrements d'essais recueillis lors du contrôle de la production en usine portant sur le vitrage isolant,
- le programme d'essais doit soit respecter le tableau 10 (tableau 10, point 3, ne s'applique pas dans ce cas), soit être conforme à la description figurant dans la norme prEN 1279-6, annexe f - 1997 avec les modifications suivantes :
 - échantillon
 - géométrie : décrite dans la norme prEN 1279-6, annexe f, fig. F.2, « verre, échantillon de verre » les échantillons de verre doivent comporter les couches conformément au projet en cours.

- le mode opératoire : prEN 1279-6, annexe f, § F.3.3, doit être modifié comme suit :
 - l'essai de traction doit se poursuivre jusqu'à rupture de l'éprouvette,
 - exigence minimale : rupture 90 % cohésive,
 - valeur de rupture à vérifier et noter. La valeur de rupture minimale doit être communiquée par le fabricant de mastic de scellement dans des conditions d'essais définies (température, humidité relative, etc.).

Des conditions de livraison particulières peuvent stipuler que l'exigence susmentionnée doit être fixée à un niveau plus élevé.

- fréquence : trois échantillons le matin, trois l'après-midi et trois échantillons à chaque changement de conditionnement du mastic (fûts, cartouche, ...).
- contrôles en cours de réalisation du collage.

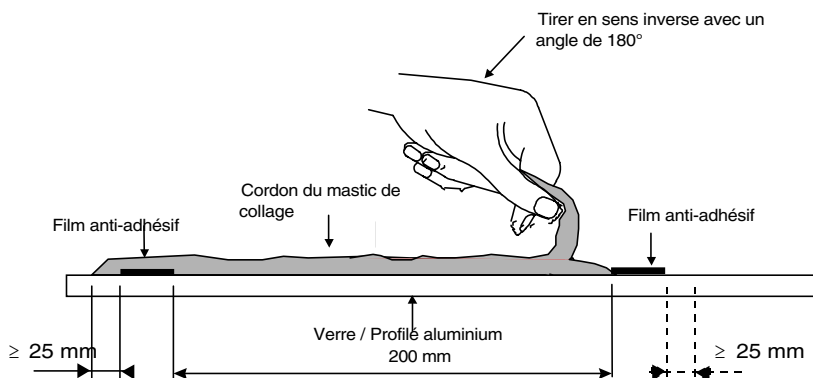


Figure 19 - Description de l'essai de pelage

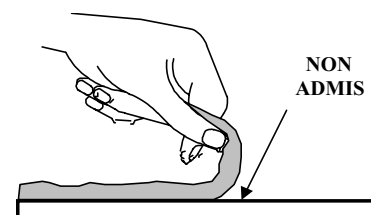


Figure 20 - Mode de rupture inacceptable

Tableau 10 - Contrôles nécessaires sur un cycle de production de deux jours

Entreprise	1 ^{er} jour - 3 ^e jour - 5 ^e jour		Nom du projet		Production
	1 ^{er} jour - matin	3 ^e jour - après-midi	2 ^e jour - matin	4 ^e jour - après-midi	
					changement de lot
1. Généralités					
nettoyage machine d'extrusion ⁽¹⁾	réf. du solvant de nettoyage	non applicable	non applicable	non applicable	réf. du solvant de nettoyage
température (°C)	valeur	valeur	valeur	valeur	non applicable
humidité relative (%)	valeur	valeur	valeur	valeur	non applicable
2. Mastic de collage					
numéro du lot de silicone bi-composant, base + Catalyseur	référence	non applicable	référence	non applicable	référence
base / taux de catalyseur ^{(1), (3)}	valeur du ratio	valeur du ratio	valeur du ratio	valeur du ratio	valeur du ratio
homogénéité – marbrures ^{(1), (2)}	réussite/échec	réussite/échec	réussite/échec	réussite/échec	réussite/échec
3. Métal					
type	alliage	non applicable	non applicable	non applicable	alliage
numéro du lot	référence	non applicable	non applicable	non applicable	référence
état de surface	type	non applicable	non applicable	non applicable	type
nom du produit de netto. et n° du lot	référence	non applicable	non applicable	non applicable	référence
le cas échéant - nom primaire et n° lot	référence	non applicable	non applicable	non applicable	référence
4. Verre					
état de surface ⁽⁵⁾	référence de la couche	non applicable	non applicable	non applicable	référence de la couche
nom du produit de netto. et n° du lot	référence	non applicable	non applicable	non applicable	référence
le cas échéant - nom primaire et n° lot	référence	non applicable	non applicable	non applicable	référence

Notes, voir suite du tableau.

Suite du tableau page suivante

Tableau 10 - Contrôles nécessaires sur un cycle de production de deux jours (suite)

Entreprise	1 ^{er} jour - 3 ^e jour - 5 ^e jour		2 ^e jour - 4 ^e jour - 6 ^e jour		Production
	matin	après-midi	matin	après-midi	date changement de lot
5. Essais d'adhérence sur pièces en H (4)	pièces en H (4)	Essai pelage (6)	Essai pelage (6)	Essai pelage (6)	Pièces en H (4)
<i>échantillon 1</i> temps de polymérisation : ... rupture ≥ 90 % cohésive rupture ≥ 100 % cohésive résistance à la traction (N)	valeur réussite/échec non applicable valeur	sur verre valeur non applicable réussite/échec non applicable	sur verre valeur non applicable réussite/échec non applicable	sur verre valeur non applicable réussite/échec non applicable	valeur réussite/échec non applicable valeur
<i>échantillon 2</i> temps de polymérisation : ... rupture ≥ 90 % cohésive rupture ≥ 100 % cohésive résistance à la traction (N)	valeur réussite/échec non applicable valeur	sur aluminium valeur non applicable réussite/échec non applicable	sur aluminium valeur non applicable réussite/échec non applicable	sur aluminium valeur non applicable réussite/échec non applicable	valeur réussite/échec non applicable valeur
<i>échantillon 3</i> temps de polymérisation : ... rupture ≥ 90 % cohésive rupture ≥ 100 % cohésive résistance à la traction (N)	valeur réussite/échec non applicable valeur	non applicable	non applicable	non applicable	valeur réussite/échec non applicable valeur
<p>1. Uniquement pour silicones bi-composants.</p> <p>2.. Vérification de l'homogénéité du mélange (marbrure). Une quantité de produit silicone (mélangé au moyen de la pompe) est placée sur une plaque de verre et comprimée en positionnant une seconde plaque de verre par-dessus. Si des marbrures grises ou blanches apparaissent, cela indique que le malaxage n'est pas suffisant. Le collage ne doit pas débiter avant qu'un mélange n'ait été réalisé avec un test d'homogénéité positif.</p> <p>3. Le matériel nécessaire au mélange des deux composants comprend deux tubes d'où l'on peut prendre de petites quantités de base et catalyseur afin de vérifier que le rapport de mélange réel est conforme.</p> <p>4. Les pièces en H sont des éprouvettes constituées d'un cordon de silicone (12 x 12 x 50 mm) réalisé entre deux supports. Les échantillons doivent être confectionnés à partir des produits réellement utilisés dans le projet (métal et état de surface, verre et couche, mastic de collage). Le fabricant de verre à couche doit fournir à l'entreprise de collage les échantillons nécessaires afin de permettre à celle-ci d'effectuer les essais conformément au tableau 10. La confection des éprouvettes peut se faire à l'aide, par exemple, de cales de bois traitées avec une solution à base de savon afin d'éviter l'adhérence du silicone, ou au moyen d'un espaceur muni de son film de protection. Avec un mastic monocomposant, il faut s'assurer que les espaceurs ne sont pas étanches à l'air et à la vapeur, sans quoi la polymérisation du silicone ne peut avoir lieu. Les éprouvettes H font l'objet d'un essai de traction jusqu'à rupture. Le fabricant de mastic doit indiquer la valeur de rupture minimale. Dès qu'une éprouvette en H a donné un résultat satisfaisant, les autres éprouvettes ne sont pas testées et conservées pour essai supplémentaire éventuel.</p> <p>5. Si un type particulier de verre à couche trempé ou durci est imposé dans les spécifications du projet, le fournisseur de produits verriers doit fournir à l'entreprise de collage les échantillons de verre recuit à couche, nécessaires aux essais conformément au tableau 10.</p> <p>6. <i>Description de l'essai :</i> Les éprouvettes pour essai de pelage doivent être confectionnés à partir des produits réellement utilisés dans le projet (métal et état de surface, verre et couche, mastic de collage). Le fabricant de verre à couche doit fournir à l'entreprise de collage les échantillons nécessaires afin de permettre à celle-ci d'effectuer les essais conformément au tableau 10. Ces éprouvettes pour essai de pelage sont réalisées comme suit (voir figure 19) : Deux petits morceaux de film anti-adhésif sont placés sur le support et espacés de 200 mm. Un cordon de mastic de collage mesurant environ 25 x 6 x 250 mm de long est extrudé entre les films auto-adhésifs, conformément à la figure 9. Les éprouvettes destinées à l'essai de pelage doivent être conservées dans les mêmes conditions d'ambiance que les éléments manufacturés au cours de la fabrication. À l'issue de la période minimale de polymérisation indiquée par le fabricant, le cordon de mastic de collage est pelé comme suit : Le cordon est détaché du support à une extrémité et pelé manuellement à 180 degrés jusqu'à rupture de ce cordon. Lorsque cette rupture s'effectue, l'essai de pelage suivant est amorcé par découpe au couteau à l'interface mastic de collage / support ou à l'autre extrémité du cordon. On renouvelle les phases de découpe et de pelage jusqu'à ce que le cordon soit épuisé. On procède à l'évaluation du mode de rupture. Une rupture 100 % cohésive est exigée (une rupture adhésive n'est pas admise - voir figure 20). Un essai de pelage peut toujours être remplacé par des essais sur pièces en H (voir point 4 ci-dessus).</p>					

8.3.2.5 Contrôles sur éléments VEC assemblés

La liste des contrôles donnée ci-dessous n'est pas exhaustive et peut être adaptée à chaque cas particulier :

- contrôle visuel de l'élément fini (vérification de l'absence d'inclusions de gaz),
- vérification de la section de collage,
- mise en œuvre du verre en fonction de la spécification,
- position relative de l'élément collé,
- dispositions de drainage/égalisation de pression tel que stipulé dans la spécification,

- fixation correcte des dispositifs de retenue,
- fourniture et correct positionnement des espaceurs, si ceux-ci sont placés en usine.

Si les matériaux/composants ne sont pas fabriqués et testés par le fournisseur conformément aux méthodes convenues, ils doivent alors, le cas échéant, faire l'objet de contrôles et d'essais correspondants par le fabricant avant acceptation.

8.4 Marquage CE et informations

Selon la Directive Produits de Construction, Annexe III, paragraphe 4 (certificat CE ou déclaration CE conformément aux dispositions du mandat).

Indiquer le marquage et l'étiquetage et autres informations (contenu et format) que le fabricant doit fournir en complément de la publication de l'ATE et en conformité avec le Document Informatif CE « CE Guidance Paper D » relatif au marquage CE.

Section 4 : Contenu de l'ATE

9.1 Contenu de l'ATE

Le format de l'ATE doit se baser sur la Décision de la Commission du 22/7/97 - Journal Officiel CE L236 du 27/08/97.

En ce qui concerne les kits VEC au minimum, les renseignements suivants doivent être fournis :

9.1.1 Performance

- Le type de système VEC (référence Section 1, 2.1).
- Réaction au feu et résistance au feu.
- Domaine d'emploi (éventuellement) en fonction des températures basses.
- Caractéristiques de performance relatives à la résistance au vent, à l'étanchéité à l'air et à l'eau, au comportement au feu, à la performance thermique, à la résistance au choc et à la performance acoustique.
- La non-détermination de performance est possible pour certaines de ces caractéristiques (voir tableaux 8.1 à 8.6).

9.1.2 Spécification

L'ATE doit montrer une coupe transversale horizontale et verticale d'un assemblage type et doit contenir, au minimum, les précisions suivantes sur le kit VEC :

9.1.2.1 Dimensions

Les dimensions suivantes doivent être indiquées, ainsi que les tolérances, le cas échéant.

Pour le verre

L'épaisseur et les dimensions maximales hors-tout, ainsi que les tolérances et la planéité.

Pour les vitrages isolants

Des précisions concernant le verre (voir ci-dessus) et la largeur du vitrage.

Pour le cadre support de collage

Les dimensions extérieures, y compris les tolérances d'équerrage de planéité et de rectitude des éléments.

Pour l'ossature

Les dimensions extérieures, y compris tolérances relatives à l'équerrage.

Pour tous les profilés en aluminium et profilés d'étanchéité préformés

Des précisions sur les coupes transversales et dimensions principales

Pour le kit assemblé

La distance entre les ancrages du cadre support de collage et l'ossature de la façade.

9.1.2.2 Composants et accessoires

Les informations générales suivantes relatives aux spécifications portant sur les principaux composants et accessoires doivent figurer dans l'ATE.

Mastic de collage

- Le fournisseur et la désignation commerciale.
- Les instructions quant à l'application du mastic, en particulier :
 - temps ouvert,
 - durée avant recouvrement et durée de mise hors poussière,
 - durée avant manipulation.
- Les caractéristiques mécaniques ($R_{u,5}$; σ_{des} ; τ_{des} ; τ_{∞} ; E_o ; ...).

Verre

- Les informations nécessaires à l'identification (références de normes, etc.).
- Le cas échéant, renseignements sur les couches et pour le vitrage isolant sur les composants.

Aluminium et anodisation

- La désignation de l'alliage d'aluminium.
- Les caractéristiques de l'anodisation.

Garniture d'étanchéité

- L'identification du matériau utilisé (profilé, mastic, etc.).
- Une coupe transversale en cas de profilé préformé.

Fond de joint

L'identification du matériau utilisé.

Espaceur

L'identification du matériau.

Cales d'assise et de positionnement

- Type de matériau.
- Dureté Shore.

Support de cale d'assise

Une description de la géométrie et des matériaux utilisés.

Ancrage du cadre support de collage à la façade

Une description de la géométrie et des matériaux utilisés.

Dispositifs de retenue (le cas échéant)

Une description de la géométrie et des matériaux utilisés.

Ferrures pour ouvrants

- Les informations générales types.
- Le type de matériau et la protection contre la corrosion.

En complément des informations mentionnées ci-dessus, l'ATE doit renfermer les renseignements portant sur la démarche de calcul du mastic de collage, et indiquer les dimensions minimales admissibles.

Doit également figurer dans l'ATE tout renseignement relatif à la mise en œuvre que l'organisme d'agrément juge utile de mentionner, tel que décrit dans le chapitre 7 du présent Guide, ainsi que toute information portant sur la flèche maximale admise pour l'ossature de la façade.

9.2 Informations complémentaires

9.2.1 Contenu du dossier technique de l'ATE devant être mis à la disposition des autres Organismes d'Agrément (en complément de l'information figurant dans l'ATE)

9.2.1.1 Mastic de collage

Le dossier doit renfermer les informations suivantes :

- rapports des essais requis, suivant les renseignements figurant aux tableaux 8.1 à 8.6 ;
- identification des produits d'entretien testés selon le paragraphe 5.1.4.2.4 ;
- spécifications du fabricant relatives à l'application du mastic.

Si le mastic de scellement du vitrage isolant à un rôle structurel, la même information que celle stipulée ci-dessus doit être fournie en ce qui concerne le mastic silicone du système de scellement.

9.2.1.2 Verre

En ce qui concerne le verre employé pour effectuer les essais décrits aux paragraphes 5.1.4.1, 5.1.4.2 et 5.1.4.6, le dossier doit contenir les renseignements suivants :

- rapports des essais requis, suivant les renseignements figurant aux tableaux 8.1 à 8.6.

9.2.1.3 Aluminium et anodisation

En ce qui concerne l'aluminium employé pour effectuer les essais décrits aux paragraphes 5.1.4.1, 5.1.4.2 et 5.1.4.6, le dossier doit contenir les renseignements suivants :

- les caractéristiques de l'anodisation, requises dans le paragraphe 5.2.2,
- la forme de la plage de collage sur aluminium,
- le certificat de production sous label Qualanod,
- le nom de l'anodiseur,
- le nom du primaire et du produit de nettoyage appliqués avant collage,
- les rapports des essais requis conformément aux tableaux 8.1 à 8.6.

9.2.1.4 Garniture d'étanchéité

- Le cas échéant, les rapports de compatibilité des matériaux suivant le paragraphe 5.1.4.2.5.
- Le rapport de compatibilité par rapport au(x) produit(s) d'entretien.
- Le rapport d'essais nécessaire ou la justification d'aptitude à l'emploi du produit dans un système VEC particulier (voir paragraphe 4.8).

9.2.1.5 Fond de joint

- Le cas échéant, les rapports des essais de compatibilité des matériaux conformément au paragraphe 5.1.4.2.5.

- Le rapport d'essais nécessaire ou la justification d'aptitude à l'emploi du produit dans un système VEC particulier (voir paragraphe 4.8).

9.2.1.6 Espaceur

- Le cas échéant, les rapports des essais de compatibilité des matériaux conformément au paragraphe 5.1.4.2.5.
- L'identification du matériau.
- Le rapport d'essais nécessaire ou la justification d'aptitude à l'emploi du produit dans un système VEC particulier (voir paragraphe 4.8).

9.2.1.7 Cales d'assise et de positionnement

Le cas échéant, les rapports des essais de compatibilité des matériaux conformément au paragraphe 5.1.4.2.5.

9.2.1.8 Support de cale d'assise

- Soit les rapports d'essai de résistance en flexion conformément au paragraphe 5.1.4.3.1.
- Soit un calcul de la charge admissible.

9.2.1.9 Ancrage du cadre support de collage sur l'ossature de la façade

- Soit les rapports d'essai de résistance à l'arrachement conformément à la clause 5.1.4.3.2.
- Soit un calcul de la charge admissible.

9.2.1.10 Dispositifs de retenue

Description de la démarche permettant de justifier que les dispositifs n'endommagent pas le vitrage.

9.2.1.11 Quincailleries pour ouvrants

Base d'acceptation de tout composant couvert en particulier par l'ATE.

9.2.1.12 Kit VEC

Le dossier doit renfermer les informations suivantes :

- description complète du corps d'épreuve utilisée pour l'ensemble des essais du système,
- précisions relatives à l'adaptation aux mouvements du bâtiment,
- manuel pour la réalisation et l'entretien de la façade.

9.2.2 Informations complémentaires à remettre aux organismes notifiés (ainsi qu'une copie de l'ATE) dans le cadre de l'évaluation de conformité

- Précisions relatives au procédé de fabrication, et relevé des points particulièrement importants.
- Précisions sur les composants et fournisseurs, avec référence aux normes, le cas échéant (hormis les détails confidentiels tels que formulations).
- Précisions quant aux sous-traitants dans le cadre de prestations de services telles que la réalisation du collage.

ANNEXE 1

Rigidité

La présente annexe décrit la méthode utilisée pour linéariser les courbes de traction. Elle peut s'utiliser dans le domaine élastique du matériau, et pour des matériaux dont le coefficient de Poisson est d'environ 0,5 (normal dans le cas de mastics pour systèmes VEC). Cette méthode présente les avantages suivants :

- plus grande précision pour le module avec un nombre restreint d'éprouvettes,
- vérification de la relation entre la rigidité en terme de traction, compression et cisaillement pour un même matériau,
- plus grande fiabilité au niveau de l'application des modèles de calcul.

La figure A1.1 représente une courbe type des déformations sous efforts de traction. Cette courbe présente des irrégularités. En fonction de l'application d'une certaine quantité de précontrainte, la détermination du point zéro peut générer des difficultés et affecter la précision au niveau de la rigidité pour différents allongements. Il est possible d'obtenir une certaine amélioration en linéarisant la courbe dans le domaine élastique du mastic de collage.

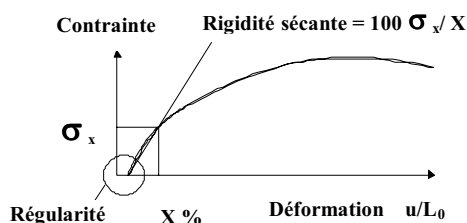


Figure A1.1 - Rigidité sécante

La linéarisation s'obtient par une conversion de la déformation. Pour une longueur initiale (L_0) de l'éprouvette et une longueur de l'éprouvette chargée (L , où $L = L_0 + \text{déformation}$), l'échelle de déformation s'exprime ainsi :

$$\frac{u_c}{L_0} = \frac{(a-1/a^2)}{3} \quad \text{quand } a = L/L_0 \quad (1)$$

Lorsque cette technique s'applique à plusieurs points de la courbe, une courbe de régression convertie contrainte/déformation est obtenue, dont la pente représente la rigidité de la tangente (K_0) au point d'origine.

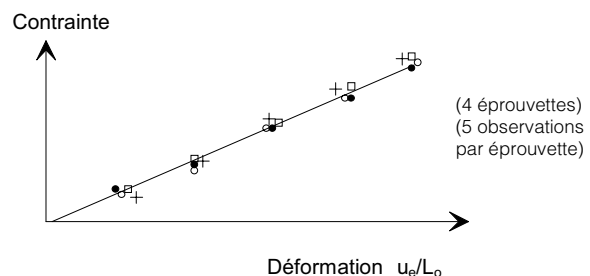


Figure A1.2 - Courbe de régression convertie contrainte/déformation

K_0 peut se calculer directement à partir des points de mesure suivants :

$$K_0 = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{K_{ij}}{m \times n} \quad \text{avec } K_{ij} = \frac{3 \times \sigma_{ij}}{a_{ij} - 1/a_{ij}^2}; \quad a_{ij} = \frac{e_i + u_{ij}}{e_i}$$

où :

m = nombre d'observations par éprouvette,

n = nombre d'éprouvettes par essai pour la température concernée,

u_{ij} = déplacement sous traction ou compression ($e_i + u_{ij}$ représente L),

e_i = épaisseur initiale par éprouvette représentant L_0 ,

σ_{ij} = contrainte de traction pour un déplacement u_{ij} .

Les relations entre la rigidité tangente au point d'origine d'une part, la rigidité sécante d'autre part, sont définies et données au tableau A.1.

1. Paul Flory, Principle of polymer chemistry. Cornelle Univ. Press, Ithaca, N.Y., USA (1953).

Tableau A.1

Conversion de l'allongement en fonction de la traction ou du déplacement en fonction de la compression (u/L_0) vers des valeurs de déformation convertie (u_c/L_0)	
Valeurs u/L_0	Valeurs $u_c/L_0 = (a - 1/a^2)/3$ ($a = L/L_0$)
0	0
0,05	0,048
0,10	0,091
0,125	0,112
0,15	0,131
0,20	0,169
0,25	0,203
0,30	0,236
0,35	0,267
0,40	0,297
0,45	0,325
0,50	0,352
0,55	0,378
0,60	0,403
0,65	0,428
0,70	0,451
0,75	0,474
0,80	0,497
0,85	0,519
0,90	0,541
0,95	0,562
1,00	0,583

La relation entre la rigidité sécante et la rigidité tangente au point d'origine est la suivante :

$$K_{\text{sec}} = K_0 \times (u_c/L_0) / (u/L_0).$$

ANNEXE 2

Méthode de calcul

A2.0 Introduction

La présente méthode de calcul est fondée sur une expérience de 7 années en matière de silicone.

Néanmoins, un demandeur peut présenter une autre méthode de calcul basée sur des essais de simulation ou des résultats de recherche. Afin de permettre à l'organisme d'agrément de délivrer un ATE fondé sur l'une de ces autres méthodes de calcul, des preuves doivent venir à l'appui. Des essais de confirmation, des calculs et/ou des simulations peuvent être demandés par l'organisme d'agrément.

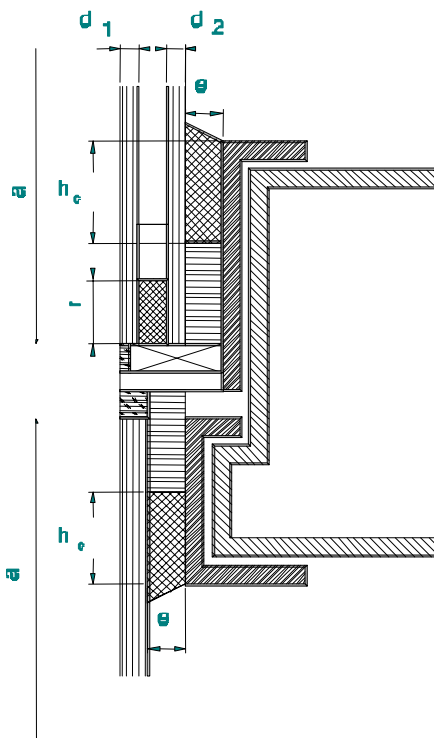


Figure A2 - Coupe verticale

A2.1 Liste des symboles

- W = actions combinées du vent et de la neige (Pa).
 σ_{des} = contrainte de traction admissible $\sigma_{des} = R_{u,5} / 6$ ($R_{u,5}$ indiqué dans l'article 6.1.4.1.1 (23 °C)).
 Γ_{des} = contrainte de cisaillement admissible sous charge dynamique $\sigma_{des} = R_{u,5} / 6$ ($R_{u,5}$ indiqué dans l'article 6.1.4.1.2 (23 °C)).
 Γ_{∞} = contrainte de cisaillement admissible sous charge permanente $\Gamma_{\infty} = \Gamma_{des} / \gamma_c$ (voir article 5.1.4.6.8).

- E = module d'élasticité en traction du silicone, donné par l'essai 5.1.4.6.7.
 Δ = mouvement thermique maximal, résultant d'une combinaison de l'allongement dans les directions a et b.
a = dimension du petit côté du vitrage.
b = dimension du grand côté du vitrage.
 h_v = hauteur de vitrage = cote verticale a ou b.
 γ_{tot} = coefficient de sécurité totale $\gamma_{tot} = 6$.
 T_c = température du cadre métallique à l'instant t.
 T_v = température du verre à l'instant t.
 T_0 = température pendant l'application du silicone.
 α_c = coefficient linéaire de dilatation thermique du cadre support de collage.
 α_v = coefficient linéaire de dilatation thermique du verre.
e = épaisseur du mastic.
 $\Delta T = T_c - T_v = 25$ °C le cas étudié (voir également § 4.4.4.1).
 h_c = hauteur du mastic de collage, voir également la terminologie.
r = hauteur du mastic de scellement ayant un rôle structurel.
G = module d'élasticité au cisaillement $G = E/3$.
P = poids propre du vitrage.
 d_1 = épaisseur du verre extérieur du vitrage isolant.
 d_2 = épaisseur du verre intérieur du vitrage isolant.
d = épaisseur du vitrage simple.

A2.2 Hypothèses

Les contraintes normales dans la section du mastic de collage ont une répartition uniforme $\sigma_{des} = \Gamma_{des}$.

A2.3 Systèmes calés

A2.3.1 Détermination de h_c

La contrainte au centre du plus grand côté du vitrage peut se calculer comme suit :

$$\sigma_{centre} = a W / 2 h_c \rightarrow h_c \geq | a W / 2 \sigma_{des} |$$

(limites h_c , voir 5.1.4.7).

A2.3.2 Détermination de l'épaisseur e

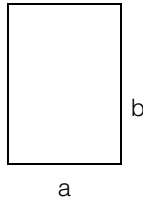
L'épaisseur du mastic de collage est liée à la contrainte de cisaillement envisagée Γ_{des} (Pa) dans le silicone :

$$e = |(G \cdot \Delta) / (\Gamma_{des})|$$

$e \geq 6$ mm est recommandé

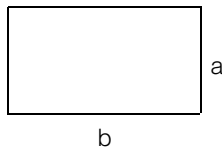
Valeur de Δ

$b > a$ le vitrage est calé côté a



$$\Delta = [(T_c - T_0) \cdot \alpha_c - (T_v - T_0) \cdot \alpha_v] \cdot \sqrt{(a/2)^2 + b^2}$$

$b > a$ le vitrage est calé côté b



$$\Delta = [(T_c - T_0) \cdot \alpha_c - (T_v - T_0) \cdot \alpha_v] \cdot \sqrt{a^2 + (b/2)^2}$$

avec les valeurs types :

$$T_c = 55 \text{ °C.}$$

$$T_v = 80 \text{ °C voir également 4.4.5.1.}$$

$$T_0 = 20 \text{ °C.}$$

$$\alpha_c = 24 \cdot 10^{-6} / \text{K pour l'aluminium.}$$

$$= 12 \cdot 10^{-6} / \text{K pour l'acier.}$$

$$\alpha_v = 9 \cdot 10^{-6} / \text{K pour le verre.}$$

A2.3.3 Relation entre h_c et e

Étant donné l'état actuel des connaissances, il est recommandé de respecter la relation suivante :

$$e \leq h_c \leq 3e$$

A2.3.4 Calcul du mastic de scellement du vitrage isolant ayant un rôle structurel

$$r \geq \frac{\beta \cdot a \cdot W}{2 \cdot \sigma_{des}}$$

$r \geq 6$ mm

β représente la partie de charge due au vent portée par le composant du vitrage extérieur

si $d_1 \leq d_2 \rightarrow \beta \simeq 1/2$, alors $\beta \equiv 1/2$

si $d_1 > d_2 \rightarrow \beta > 1/2$, alors $\beta = 1$

En ce qui concerne les éléments de petite taille ou de forme non rectangulaire, les effets climatiques doivent être pris en considération.

A2.4 Systèmes non calés

A2.4.1 Détermination de l'épaisseur e

L'épaisseur du mastic de collage est liée à la contrainte de cisaillement envisagée Γ_{des} (Pa) dans le silicone

$$e = |(G \cdot \Delta) / (\Gamma_{des})|$$

$e \geq 6$ mm est recommandé.

A2.4.2 Valeur de Δ

$$\Delta = [(T_c - T_0) \cdot \alpha_c - (T_v - T_0) \cdot \alpha_v] \cdot \sqrt{(a/2)^2 + (b/2)^2}$$

avec les valeurs types :

$$T_c = 55 \text{ °C.}$$

$$T_v = 80 \text{ °C voir également 4.4.5.1.}$$

$$T_0 = 20 \text{ °C.}$$

$$\alpha_c = 24 \cdot 10^{-6} / \text{K pour l'aluminium.}$$

$$= 12 \cdot 10^{-6} / \text{K pour l'acier.}$$

$$\alpha_v = 9 \cdot 10^{-6} / \text{K pour le verre.}$$

A2.4.3 Capacité de charge sous contrainte de cisaillement permanente

Le poids propre du vitrage est considéré comme étant supporté le long de la hauteur de vitrage h_v .

$$h_c \geq \frac{P}{2 \Gamma_{\infty} \cdot h_v}$$

$$h_v = a \text{ ou } b.$$

Il est toujours nécessaire de vérifier que :

$$h_c \geq |a W / 2 \sigma_{des}|$$

Étant donné l'état actuel des connaissances, il est recommandé de respecter la relation suivante :

$$e \leq h_c \leq 3e$$

ANNEXE 3

Documents de référence

UEAtc [1]	Guideline « Technical Guide for the Approval of Structural Sealant Glazing Systems ».	ISO 3210	Anodizing of aluminium and its alloys - Assessment of quality of sealed anodic oxide coatings by measurement of the loss of mass after immersion in phosphoric - chromic acid solution.
UEAtc [2]	Guideline « Directive for the Assessment of Windows ».	ISO 2931	Anodizing of aluminium and its alloys - Assessment of quality of sealed anodic oxide coatings by measurement of the admittance or impedance.
UEAtc [3]	Directive « Façades légères ».	ISO 3207	Statistical interpretation of data - Determination of a statistical tolerance interval. Research on the mechanical behaviour of the silicone sealant BBRI Belgium and FMPA Stuttgart, Germany.
ISO 7111	Thermogravimetry of Polymers.	ISO 834	Fire resistance tests - Elements of building construction. Specification for the quality sign for anodic oxidation coatings on wrought aluminum for architectural purposes - QUALANOD / EURAS - EWAA / European Aluminum Association Anodisers.
ISO 1183	Methods of determining the density and relative density of non-cellular plastics.	prEN 572	Glass in Building - Basic Products (03.94).
ISO 10563	Sealants for joints - Determination of change in mass and volume.	prEN 1863	Glass in building - Heat strengthened glass (04.97).
EN 27389/ ISO 7389	Determination of elastic recovery.	prEN 12337	Glass in building - Chemically strengthened glass (04.97).
EN 28339/ ISO 8339	Determination of tensile properties.	prEN 1096	Glass in building - Coated glass (04.97).
ISO 9227	Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests.	prEN 1279	Glass in building - Insulating glass unit (IGU) (08.96).
ISO 3231	Testing in a saturated atmosphere in the presence of sulphur dioxide.	prEN 12150	Glass in building - Thermally toughened safety glass (04.97).
ISO 4660	Standard colour scale.	prEN	Laminated and laminated safety glass (07.96).
ISO 868	Plastics and Ebonite - determination of indentation, hardness by means of a durometer (Shore Hardness).	ISO 12543	
EN ISO 527	Plastics determination of the tensile properties.	prEN 410	Determination of light transmittance, solar and direct transmittance, total energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing characteristics (12.97).
EN 717-1	Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building element - Part 3 : Airborne sound insulation of facade element and facade.	prEN 673	Calculation rules for determining the steady « U » value (thermal transmittance) of glazing (06.97).
EN-ISO 140-3	Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and building element - Part 3 : Laboratory measurement of air borne sound insulation of building element.	prEN 674	Measuring procedures for the determination of thermal transmittance (U value) of multiple glazing (guarded hot plate method) (06.97).
ISO 2360	Non-conductive coatings on non magnetic basis metals - Measurements of coating thickness - Eddy current method.	EN 10088 - 1	Stainless steels - part 1 : List of stainless steels.
ISO 2128	Anodizing of aluminium and its alloys - Determination of thickness of anodic oxide coatings - Non-destructive measurement by split-beam microscope.	prEN 1363 - 2	Fire resistance test of non-loadbearing elements in building - part 2 - External walls - (06.94).
ISO 1463	Metallic and oxide coatings - Measurement of coating thickness - Microscopical method.		
ISO 2106	Anodizing of aluminium and its alloys - Determination of mass per unit area (surface density) of anodic oxide coatings - Gravimetric method.		
ISO 2143	Anodizing of aluminium and its alloys - Appréciation de la perte du pouvoir absorbant des couches d'oxydes anodiques après colmatage - Essai à la goutte de colorant avec action acide préalable.		

- prEN 12152 Curtain walling - Air permeability - Performance requirements and classification (02.97).
- prEN 12153 Curtain walling - Air permeability - Testmethod (02.97).
- prEN 12154 Curtain walling - Watertightness - Performance requirements and classification (02.97).
- prEN 12155 Curtain walling - Watertightness - Testmethod (02.97).
- prEN 12412 Windows and doors - Thermal transmittance - calibrated and guarded hot box method (05.96).
- prEN 12365 Gasket and weatheringstripping for doors, windows, shutters and curtain walling (04.96).
- prEN 10077 Part 2 Windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames (1997).
- ISO 11600 Building Construction - Sealants - Classification and requirements.
- EN 573-3 Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition and form of wrought product - Part 3: Chemical composition.
- ISO DIS 11431 (1991) Building Construction - Sealant - Determination of adhesion/cohesion properties after exposure to artificial light through the glass.



PARIS - MARNE-LA-VALLÉE - GRENOBLE - NANTES - SOPHIA ANTIPOLIS
CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

4, avenue du Recteur-Poincaré - F-75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr