

Valide du **25 février 2026**

au **30 avril 2029**

Sur le procédé

## **Vitrages Isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE, SWISSPACER ADVANCE**

**Famille de produit/Procédé** : Vitrage isolant

**Titulaire(s)** : **SWISSPACER VETROTECH SAINT-GOBAIN (INTERNATIONAL) AG**

### **AVANT-PROPOS**

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

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

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

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

**Groupe Spécialisé n° 06** - Composants de baies et vitrages

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
2	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/16-2303_V1. Cette version intègre les modifications principales suivantes : précisions concernant les règles de fabrication et de contrôle.	FAISANT Yann	MARTIN Pierre
3	Cette version, présentée lors de la réunion du 10 décembre 2025, annule et remplace le Document Technique d'Application 6/16-2303_V2. Cette version intègre les modifications principales suivantes : modification des fréquences de contrôles	FAISANT Yann	MARTIN Pierre

### Descripteur :

Les vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE sont constitués par deux feuilles de verre plan et comportent sur leur périphérie un profilé espaceur en matière de synthèse renforcée par des fibres de verre avec un feuil ayant une fonction de pare vapeur en matériau composite avec matériau de synthèse et barrières à l'humidité et au gaz argon intermédiaires sans métallisation côté scellement. Ces vitrages peuvent également être réalisés avec 3 feuilles de verre plan pour constituer des triples vitrages.

Les espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE limitent les transferts de chaleur en agissant comme une rupture de pont thermique en périphérie des vitrages isolants.

Les vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE comportent par ailleurs, une barrière d'étanchéité en butyl et un scellement de type polysulfure ou polyuréthane dans le cas d'espaceurs SWISSPACER ADVANCE, et polysulfure, polyuréthane ou silicone dans le cas de SWISSPACER ULTIMATE. Les cadres espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE peuvent être pliés à chaud, réalisés à l'aide d'équerres butylées ou prébutylées ou bien encore soudés sur les angles par ultrasons. Dans le cas d'espaceurs pliés, les vitrages sont soit carrés, soit rectangulaires. Dans les cas d'espaceurs assemblés à l'aide d'équerres, les vitrages sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés). Dans ce cas cependant un formage à chaud des espaceurs SWISSPACER est nécessaire. Dans le cas d'espaceurs soudés par ultrasons, les angles correspondants sont droits. Si les 4 angles sont soudés les vitrages sont soit carrés, soit rectangulaires. Il peut cependant dans ce cas être réalisé deux angles soudés et deux angles liaisonnés avec des équerres pour réaliser des vitrages en forme de trapèze rectangle.

Les vitrages avec espaceur SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE sont généralement remplis de gaz argon. Les vitrages avec espaceur SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE peuvent comporter des croisillons ou petits bois comme précisé dans le dossier technique.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté .....	4
1.1.1.	Zone géographique .....	4
1.1.2.	Ouvrages visés .....	4
1.2.	Appréciation .....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé .....	5
1.2.2.	Durabilité .....	6
1.2.3.	Impacts environnementaux .....	6
1.2.4.	Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre .....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	7
2.	Dossier Technique .....	8
2.1.	Mode de commercialisation .....	8
2.1.1.	Coordonnées .....	8
2.1.2.	Mise sur le marché .....	8
2.1.3.	Identification .....	8
2.2.	Description .....	8
2.2.1.	Principe .....	8
2.2.2.	Caractéristiques des composants .....	9
2.3.	Dispositions de conception .....	12
2.3.1.	Compositions et dimensions .....	12
2.3.2.	Vérifications spécifiques .....	12
2.3.3.	Tolérances de fabrication .....	14
2.4.	Dispositions de mise en œuvre .....	14
2.4.1.	Stockage des vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE – Manutention, transport .....	14
2.4.2.	Conditions de mise en œuvre .....	14
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé .....	15
2.6.	Traitement en fin de vie .....	16
2.7.	Assistance technique .....	16
2.8.	Fabrication et contrôles .....	16
2.8.1.	Fabrication des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE .....	16
2.8.2.	Fabrication des vitrages isolants .....	16
2.8.3.	Contrôles .....	19
2.9.	Mention des justificatifs .....	20
2.9.1.	Résultats expérimentaux .....	20
2.10.	Tableaux et figures du Dossier Technique .....	23

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

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

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

Cet avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le domaine d'emploi est le suivant :

#### 1.1.2.1. Vitrages mis en œuvre avec prise en feuillure sur 4 côtés (cas des espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE)

- Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions des vitrages sont :
  - soit celles données dans la norme NF DTU 39,
  - soit celles permettant de vérifier que l'effort maximal dans le joint de scellement et les contraintes dans les produits verriers ne dépassent pas les valeurs admises précisées au § 2.3 Dispositions de conception.
- Les vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE sont utilisables dans des châssis de rigidité minimale, tels que définis dans le document FD DTU 36-5 P3.
- L'épaisseur de la lame est inférieure ou égale à 36 mm.
- La réalisation d'un pré-équilibrage dans l'atelier de fabrication, ou d'un équilibrage sur site, est possible, et peut être nécessaire (suivant les dispositions du paragraphe 2.31). Dans ce deuxième cas, il conviendra d'utiliser des vitrages comportant un dispositif permettant l'équilibrage des pressions entre la lame d'air et l'atmosphère sur le lieu de mise en œuvre, et il ne sera pas pris en compte de remplissage en gaz pour le calcul des performances thermiques.
- Les vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement.
- Les vitrages peuvent être réalisés avec une lame de gaz remplie avec de l'argon.
- Les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame de gaz.
- Les modalités relatives à l'utilisation de vitrages à couches côté scellement (émargées ou non), sont précisées dans le Dossier Technique. Les vitrages doubles ou triples sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur quatre côtés selon les dispositions prévues dans la norme NF DTU 39 ou selon les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2.

#### 1.1.2.2. Vitrages mis en œuvre avec prise en feuillure sur deux ou trois côtés (cas des vitrages avec SWISSPACER ULTIMATE)

Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions sont précisées aux paragraphes 2.3 Dispositions de conception et 2.4 Conditions de mise en œuvre.

Il est en particulier dans ce cas utilisé un mastic silicone comme précisé au paragraphe 2.2.2.7 du dossier technique que cela soit en double vitrages ou en triple vitrages.

Les autres dispositions indiquées à l'alinéa précédent sont applicables (épaisseurs lame, couches émargées, gaz ...).

#### 1.1.2.3. Vitrages mis en œuvre en VEC (cas des vitrages avec SWISSPACER ULTIMATE)

La mise en œuvre en VEC est possible et les dispositions afférentes sont précisées au paragraphe 2.3 et 2.4.

Le dimensionnement et les vérifications relatives aux vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE seront faits par application du cahier du CSTB n°3488\_V2.

Les autres dispositions indiquées à l'alinéa précédent sont applicables.

Si nécessaire, les vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE seront pré-équilibrés en cas de VEC (pas d'équilibrage in situ).

## 1.2. Appréciation

### 1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

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

L'utilisation des espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE fait l'objet d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit (ou procédé) sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

#### 1.2.1.2. Sécurité aux chocs

##### 1. Vitrages doubles ou triples mis en œuvre avec une prise en feuillure sur deux, trois ou quatre côtés.

Elle est satisfaite par le respect du fascicule de documentation FD DTU 39 P5 pour le choix et la nature des vitrages constitutifs. A noter dans le cas de la protection des personnes vis-à-vis des risques de chute dans le vide :

Lorsque les triples vitrages sont pris en feuillure sur 4 côtés, les dispositions prévues au paragraphe 4.2.5 du document FD DTU 39 P5 sont applicables.

Lorsque les vitrages sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 2 côtés des essais de chocs spécifiques doivent être réalisés selon le paragraphe 4.2.2.2 du FD DTU 39 P5.

##### 2. Doubles vitrages et triples vitrages mis en œuvre en VEC.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC les dispositions à mettre en œuvre sont précisées au paragraphe 4.2.5 du FD DTU 39 P5 et dans le cahier V3488\_V2 à l'article 2.3.2.2.

#### 1.2.1.3. Sécurité sous charges climatiques

##### 1. Doubles et triples vitrages mis en œuvre avec une prise en feuillure sur deux, trois ou quatre côtés.

Elle est satisfaite par le respect de la norme NF DTU 39 P4.

##### 2. Vitrages mis en œuvre en VEC

La mise en œuvre en VEC est possible (utilisation du mastic silicone précisés dans le dossier technique) dans le cas des vitrages avec espaceur ULTIMATE.

Les épaisseurs des composants verriers sous les charges climatiques et de poids propre le cas échéant, seront déterminées par applications du Cahier CSTB n°3488\_V2 « Vitrages extérieurs collés Cahiers des prescriptions techniques ».

La méthode de dimensionnement du mastic de scellement, les contraintes de travail admissibles retenues et les justifications expérimentales fournies permettent d'estimer que le maintien du composant extérieur du vitrage est convenablement assuré dans la mesure où des dispositions permettant d'éviter sa chute seront prises, dans le cadre du système de façade ou de menuiserie, pour assurer normalement la sécurité en cas de défaillance du collage du joint de scellement du vitrage isolant.

#### 1.2.1.4. Tenue aux chocs thermiques

Elle est satisfaite par le respect de la norme NF DTU 39 P3 en prenant en compte le cas échéant la présence de store, de corps de chauffe ou convecteur à proximité des vitrages, de parois ou éléments opaques appliqués à proximité ou contre les vitrages, de châssis coulissants ou de doubles fenêtres.

Dans le cas de triple vitrage, une étude spécifique est également nécessaire.

#### 1.2.1.5. Isolation thermique

Le système d'étanchéité de vitrages isolants, dans lequel l'espaceur est à base de styrène-acrylo-nitrile chargé de fibres de verre, associé à un feuil composite, permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

La méthode de détermination des coefficients Ug de transmission thermique des vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER est conforme à la norme EN 673.

Dans le cas de vitrages avec remplissage argon, la prise en compte d'un taux de remplissage pour la réalisation des calculs doit faire l'objet de justifications sur le respect de cette valeur et de sa constance. Dans le cas d'équilibrage in situ il ne sera pas pris en compte de remplissage gaz pour la détermination des performances thermiques.

Le calcul des coefficients  $\Psi_g$  à la jonction menuiserie vitrage devra être réalisé conformément aux règles Th-Bat 2020 (annexe IV de l'arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation).

Les caractéristiques thermiques utiles des matériaux employés pour réaliser le système d'étanchéité périphérique sont données dans les règles d'application Th-Bat.

Il sera pris en compte, pour les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et ADVANCE, les valeurs de conductivité thermique suivantes :

- Cas des espaceurs SWISSPACER ADVANCE (styrène-acrylo-nitrile chargé de fibres de verre, avec feuil composite d'épaisseur comprise entre 19  $\mu\text{m}$  et 23  $\mu\text{m}$ ) : conductivité thermique équivalente de 0,29 W/(m.K) correspondant à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,5 mm).

- Cas des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE (styrène-acrylo-nitrile chargé de fibres de verre, avec feuil composite d'épaisseur comprise entre 38  $\mu\text{m}$  et 47  $\mu\text{m}$ ) : conductivité thermique équivalente de 0,14 W/(m.K) correspondant à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,5 mm).

#### Isolation thermique – Coefficient « $\psi$ équivalent »

La détermination d'un coefficient désigné «  $\psi$ ,25 W/m.K) de 25 mm de hauteur totale et de 5 mm d'épaisseur sur ses 3 parois mis en œuvre en périphérie du vitrage avec un jeu de 5 mm en fond de feuillure et un recouvrement latéral de 15 mm sur la rive du vitrage,

- Un vitrage 4/16/4 avec un remplissage argon de 85 % et une couche avec une émissivité normale de 0,03 sur l'une des faces côtés lame de gaz.
- Prise en compte d'un modèle adiabatique pour la zone située au-delà du profilé en U d'une part et à 205 mm côté intérieur du vitrage (depuis le chant) d'autre part, a donné avec une hauteur de scellement de 3 mm sous talon des espaceurs, les valeurs  $\psi_{eq}$  données dans le tableau suivant. Dans ce tableau, il est également donné les valeurs pour un espaceur aluminium (eparoi = 0,355 mm) toutes les autres conditions étant égales par ailleurs.

		Valeur de « $\psi_{eq}$ »	
<b>Espaceur SWISSPACER ULTIMATE</b>	Scellement polyuréthane ou polysulfure	0,081	Espaceur aluminium e = 0,355 mm  0,145
	Scellement silicone	0,080	
<b>Espaceur SWISSPACER ADVANCE</b>	Scellement polyuréthane ou polysulfure	0,092	

**Ces valeurs sont données à titre d'information et elles ne doivent en aucun cas être prises en compte pour les calculs spécifiques au cas par cas des coefficients  $\psi$  des jonctions menuiseries vitrages.**

#### 1.2.1.6. Isolation acoustique

L'équivalence du comportement au regard de l'isolation acoustique des vitrages SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE par comparaison aux autres systèmes de vitrages isolants et avec des compositions verrières identiques devra être confirmée par des essais.

#### 1.2.2. Durabilité

Le risque principal pour un vitrage isolant est l'embuage. Pour les vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE, la durabilité et l'étanchéité des produits constituant le joint périphérique, leur adhérence et leurs propriétés mécaniques, la mise en œuvre en feuillure drainée ainsi que les dispositions prises lors de la fabrication des composants et des vitrages isolants, conduisent à considérer ce risque comme suffisamment faible dans la durée de vie habituellement admise pour ce type de produits.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC, les risques découlant de la défaillance de l'adhérence du mastic sur le verre et du maintien du composant verrier extérieur ne semble pouvoir se présenter qu'à long terme à partir du moment où la fabrication fait l'objet d'un suivi approprié.

#### 1.2.3. Impacts environnementaux

Il existe des Déclarations Environnementales (DE) vérifiées par tierce partie indépendante pour certains vitrages avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE. Il est rappelé que ces DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

#### 1.2.4. Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre

Elles sont précisées dans le dossier technique.

Les dispositions prises par la société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL sur le site de Lengwil (Suisse), et par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne), sont propres à assurer la constance de qualité des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE. Le contrôle interne de fabrication fait l'objet d'un suivi du CSTB à raison de deux visites par an et par usine.

Le fabricant de vitrages isolants est tenu d'exercer sur la fabrication des vitrages isolants, un contrôle permanent selon les modalités et fréquences retenues dans le Dossier Technique et le règlement particulier du Certificat de qualification CEKAL ou équivalent. Le contrôle interne de fabrication doit faire l'objet d'un suivi dans le cadre de la Certification CEKAL ou équivalent.

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE comportent un marquage précisant leur référence. Le marquage des vitrages isolants est fait par ailleurs selon les règles retenues dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent, il est réalisé soit sur le verre, soit sur les espaceurs.

---

### **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

La mise en œuvre en VEC est possible pour les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE selon les modalités précisées dans le dossier technique et dans l'Avis. En revanche, les espaceurs SWISSPACER ADVANCE sont uniquement prévus être réalisés avec des scellements polysulfure et polyuréthane.

Le Groupe Spécialisé a par ailleurs noté qu'en raison des spécificités des vitrages VEC, l'équilibrage in situ n'était pas retenu en raison des aléas afférents difficilement maîtrisables.

Le Groupe Spécialisé a noté que le processus de fabrication des vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE, nécessite le respect de dispositions spécifiques, de manière en particulier à ne pas générer de dégradation du feuillet.

Un léger ternissement des espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE est susceptible de se produire dans le temps, en particulier pour le coloris bleu.

Il est à noter que, du fait de leur flexibilité, les espaceurs à base de matière de synthèse nécessitent des précautions particulières lors de leur stockage, et lors des manipulations en particulier au cours des étapes de fabrication des vitrages isolants, et tout particulièrement dans le cas de vitrages de grandes dimensions, ceci afin d'assurer une rectitude satisfaisante sur les vitrages finis.

## 2. Dossier Technique

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

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Les espaceurs SWISSPACER sont commercialisés par la société :

SWISSPACER Vetrotech Saint-Gobain International AG

Industriestrasse 8

8574 Lengwil

SUISSE

ainsi que par le distributeur G.K. TECHNIQUES (91470 Forges-les-Bains).

Les vitrages avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE visés par ce Document Technique d'Application sont produits par des fabricants bénéficiant de la certification CEKAL ou équivalent pour ce procédé.

#### 2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011 article 4.1, les vitrages avec espaceur SWISSPACER font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) lors de leur mise sur le marché, établie par le fabricant sur la base de la norme européenne NF EN 1279-5 et du guide EOTA N°002.

#### 2.1.3. Identification

Les produits mis sur le marché doivent répondre aux prescriptions du marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 1279-5.

L'identification des vitrages isolants est celle retenue dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

Pour ce qui concerne l'identification de l'espaceur utilisé, un marquage réalisé tous les deux mètres environ comporte l'indication SWISSPACER ADVANCE ou SWISSPACER ULTIMATE. Par ailleurs pour les vitrages du réseau « GLASSOLUTIONS », l'identification relative à l'utilisation des espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE peut toujours se faire par l'intermédiaire des indications portées sur l'espaceur (comportant en particulier le numéro de lot unique, voir tableau 3), à savoir la consultation sur le site [www.naviglass.com](http://www.naviglass.com) avec la codification afférente au vitrage.

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Les vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE (appelés espaceurs SWISSPACER dans la suite du dossier technique) sont constitués par deux feuilles de verre plan et comportent sur leur périphérie, un profilé espaceur en matière de synthèse renforcée par des fibres de verre, adhérent à un feuil composite constitué d'aluminium et de matériau de synthèse, associé aux constituants habituels (butyl, scellement, tamis moléculaire...).

Ils peuvent également être réalisés avec 3 feuilles de verre plan pour constituer des triples vitrages.

Ces profilés limitent les transferts de chaleur en agissant comme une rupture du pont thermique en périphérie des vitrages isolants.

Ces espaceurs sont extrudés par la société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL sur le site de Lengwil (Suisse) et par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne).

Les vitrages isolants avec les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE comportent par ailleurs une barrière d'étanchéité en butyl et différents scellements suivant les dispositions précisées au paragraphe 2.7.

Les vitrages isolants avec les espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE sont constitués par des espaceurs correspondants aux dispositions suivantes, à savoir ils sont :

- Soit pliés à chaud (et comportent des éclisses dans ce cas).
- Soit assemblés à l'aide d'équerres (butylées ou prébutylées).
- Soit soudés dans les angles par ultrasons.

Ils comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement.

Les vitrages avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE sont généralement remplis de gaz argon.

Les vitrages isolants avec cadres espaceurs pliés sont soit carrés, soit rectangulaires.

Dans le cas de vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE soudés, les angles correspondants sont de 90°C. Ils forment des cadres soit carrés ou rectangulaires (4 angles soudés).

Dans le cas de vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE soudés, le soudage est réalisé systématiquement aux 4 angles à 90°C et le cas échéant, en partie linéaire en fonction des longueurs d'espaceurs disponibles. Ils forment des cadres soit carrés ou rectangulaires (4 angles soudés).

Les vitrages isolants avec les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE assemblés avec équerres sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés). Cependant, dans le cas de vitrages cintrés un formage à chaud est nécessaire, suivant les dispositions décrites au paragraphe 2.8.2.1.

Les vitrages isolants réalisés avec un espaceur SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame d'air/gaz.

Les vitrages isolants avec les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés avec les différents scellements précisés dans ce dossier technique.

Les vitrages avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE peuvent également être mis en œuvre avec une prise en feuillure sur deux ou trois côtés ou en VEC (utilisation de mastic silicone cité dans ce dossier technique).

La fabrication de triples vitrages (avec prise en feuillure sur 4 côtés, sur 2 côtés ou bien en VEC) est possible selon les dispositions précisées aux alinéas précédents), mais nécessite des dispositions particulières (vérification au cas par cas...).

## 2.2.2. Caractéristiques des composants

### 2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE sont fabriqués avec les produits verriers suivants :

- Verre étiré (EN 572-4).
- Glace non colorée de 3 à 15 mm (EN 572-2).
- Glace teintée de 3 à 15 mm (EN 572-2).
- Les vitrages imprimés (EN 572-5) avec relief côté scellement correspondent à ceux prévus dans la certification CEKAL ou équivalent.
- Glace trempée (NF EN 12150-1).
- Vitrages feuilletés conformes à la norme NF EN 14449.
- Vitrages réfléchissants dans le visible (face 1 ou 4).
- Vitrages avec sérigraphies, réalisées par émaillage à chaud, hors zone de scellement en face 2 ou 3 (vitrages dits sérigraphiés margés), sauf dans le cas de réalisation d'essais spécifiques satisfaisants.
- Vitrages dépolis hors zone de scellement en face 2 ou 3, sauf pour les cas autorisés dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.
- Vitrages armés (EN 572-5) avec rodage des bords et en paroi verticale uniquement.
- Vitrages à couches émargées ou non côté scellement.
- Vitrages à couches émargées ou non émargées côté scellement. Les vitrages avec couches émargées ou non côté scellement qui peuvent être utilisés sont ceux retenus dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent en association avec les mastics de scellement utilisés.

### 2.2.2.2. Espaceur SWISSPACER

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE sont des profilés en matière de synthèse renforcée de fibres de verre, comportant un feuil collé sur la zone côté scellement.

Ces espaceurs sont fabriqués par la société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL sur le site de Lengwil (Suisse) et par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne).

Une représentation des espaceurs SWISSPACER est donnée sur la figure 1.

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE comportent côté lame d'air/gaz une rainure médiane comportant des orifices de mise en communication (avec l'intérieur des espaceurs) situés tous les 50 mm environ.

Le corps du profilé est identifiable par les caractéristiques suivantes :

- Matière : styrène-acrylo-nitrile chargé de fibres de verre et stabilisé UV.
- Conductivité thermique : 0,16 W/(m.K). Dans le cas de matière régénérée, cette valeur sera prise égale à 0,17 W/(m.K).
- Coefficient de dilatation thermique  $25 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ .

Ces profilés comportent par ailleurs un feuil collé sur la zone située côté scellement.

Dans le cas de l'espaceur SWISSPACER ULTIMATE, ce feuil est un feuil composite (feuil multicouche de matériau de synthèse avec barrières à l'humidité et au gaz argon intermédiaires) désigné « High Tech Gas Barrier Foil » (code article ST5900xx, xx dépendant de la largeur de l'espaceur). Le feuil composite a une épaisseur comprise entre 38 µm et 47 µm.

Pour les caractéristiques thermiques des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE, il sera pris en compte une conductivité thermique équivalente de 0,14 W/(m.K) correspondante à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,5 mm).

Dans le cas de l'espaceur SWISSPACER ADVANCE, ce feuil est un feuil composite (feuil multicouche de matériau de synthèse avec barrières à l'humidité et au gaz argon intermédiaires) désigné « Thermally improved aluminium foil » (code article ST5700xx, xx dépendant de la largeur de l'espaceur). Le feuil composite a une épaisseur comprise entre 19 µm et 23 µm.

Pour les caractéristiques thermiques des espaceurs SWISSPACER ADVANCE, il sera pris en compte une conductivité thermique équivalente de 0,29 W/(m.K) correspondante à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,5 mm).

Les espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE possèdent la même surface de contact avec les mastics de scellement.

La largeur de la bande constituée par le feuil est égale à celle de l'espaceur augmentée de 6 mm.

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE sont perforés côté lame d'air.

Ils peuvent être élaborés en partie à partir de matière régénérée.

Les espaceurs SWISSPACER sont réalisés selon 11 coloris et les références correspondantes sont données dans le tableau suivant :

Coloris	Semblable à la référence
Gris titane	RAL 9023
Noir	RAL 9005
Blanc	RAL 9016
Bleu Saphir	RAL 5003
Brun clair	RAL 8003
Brun foncé	RAL 8014
Jaune soufre	RAL 1016
Vert jaune	RAL 6018
Vert opale	RAL 6026
Brun rouge	RAL 8012
Gris clair	RAL 7035

Chaque teinte est obtenue en mélangeant au copolymère de base un colorant, dont le pourcentage dépend de la couleur (suivant le coloris à obtenir le pourcentage de colorant varie de 1,5% à 5%) sauf pour la couleur blanche.

Les dimensions et tolérances relatives aux profilés SWISSPACER sont données dans le tableau 1 en annexe.

### 2.2.2.3. Déshydratant

Le déshydratant utilisé est de type tamis moléculaire.

Les règles de remplissage sont détaillées au paragraphe 2.8.2.3.

Pour les différents espaceurs SWISSPACER les masses moyennes indicatives sont données dans le tableau suivant :

Masse indicative de l'espaceur vide ( $\pm 10\%$ )							
<b>Epaisseur lame</b>	8	10	11	12	14	15	16
<b>Masse en g/m</b>	27	31	37	39	44	45	48
<b>Epaisseur lame</b>	18	20	22	24	27	32	36
<b>Masse en g/m</b>	53	58	63	67	74	88	99

Pour les différents espaceurs SWISSPACER, les masses indicatives de tamis moléculaire sont données dans le tableau suivant :

Masse indicative théorique du tamis moléculaire ( $\pm 10\%$ )							
<b>Epaisseur lame</b>	8	10	11	12	14	15	16
<b>Masse en g/m</b>	18	24	27	30	36	39	42
<b>Epaisseur lame</b>	18	20	22	24	27	32	36
<b>Masse en g/m</b>	46	55	65	75	86	100	112

Ces indications sont données sur la base de tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace.

### 2.2.2.4. Équerres d'angle

Les équerres sont butylées à leur liaison avec les espaceurs sauf dans le cas d'équerres prébutylées.

#### 2.2.2.4.1. Equerres rigides avec fil métallique

Les équerres d'angle sont en polyamide armé de 30% de fibres de verre lorsqu'elles sont rigides (angles à 90°). Ces équerres d'angles rigides sont munies d'un ou plusieurs fils cylindriques placés à chacune des extrémités pour renforcer leur tenue sur les profilés espaceurs.

Elles sont fournies par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL ou par la société S&T.

Elles sont représentées sur la figure 2a.

Les équerres rigides (angles à 90°) ou flexibles sont réalisées selon différents coloris et les références correspondantes sont données dans le tableau n°4 en annexe.

#### 2.2.2.4.2. Equerres rigides en matière plastique sans fil métallique

Elles sont également en polyamide avec fibres de verre, et sont fournies par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL.

Les références sont précisées dans le tableau n°4 en annexe.

Elles sont représentées sur la figure 2b.

#### 2.2.2.4.3. Equerres d'angle rigides prébutylées

Elles comportent un feuillet en acier inoxydable collé par le butyl sur la face extérieure de l'équerre. Par ailleurs, ces équerres comportent des plots de butyle pour les liaisons avec les espaceurs. Elles sont en polyamide chargé de fibres de verre et sont fournies par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL.

Les références sont précisées dans le tableau n°4 en annexe.

#### 2.2.2.4.4. Équerres flexibles

Elles sont fournies par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL.

Les références sont précisées dans le tableau n°4 en annexe.

Un croquis des équerres flexibles est donné sur la figure 3.

Le choix des couleurs des équerres est laissé à l'initiative des sites d'assemblage des vitrages isolants. Ils peuvent choisir de travailler avec une seule couleur d'équerre, le gris par exemple ou bien choisir d'assortir les équerres à la couleur des espaceurs afin d'assurer une parfaite continuité visuelle.

#### 2.2.2.4.5. Équerres d'angles pour remplissage gaz

Il peut également être utilisé des équerres polyamide avec trou et obturateur pour permettre un remplissage manuel en gaz (deux équerres avec trou et obturateur par vitrage associées à deux équerres sans trou). Elles sont fournies par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL. De telles équerres sont disponibles pour les largeurs de 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm, 18 mm et 20 mm.

Elles sont disponibles en plusieurs coloris.

Les références sont précisées dans le tableau n°4 en annexe.

Elles sont représentées sur la figure 2d.

Il pourra être utilisé d'autres équerres adaptées à la géométrie des espaceurs, et validées par la société VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL.

#### 2.2.2.5. Eclisses

##### 2.2.2.5.1. Éclisses en acier galvanisé

Lorsqu'un aboutage est réalisé en partie courante, il peut être réalisé à l'aide d'éclisses (également dit connecteurs) en acier galvanisé, adaptées à la géométrie interne des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE.

Les références des éclisses suivant les épaisseurs des lames d'air sont récapitulées dans le tableau n°4 en Annexe

##### 2.2.2.5.2. Eclisses en matière plastique

En standard les éclisses sont réalisées en matière plastique (PA6GF). Elles sont fournies par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL. Les références en fonction des épaisseurs de lame d'air / gaz sont indiquées dans le tableau n°4 en annexe. Un dessin type des éclisses en plastique est donné en figure 5.

Ces éclisses ne sont pas disponibles pour des épaisseurs de lame d'air supérieure à 20 mm.

Nota : Dans le cas de cadres pliés, la fermeture peut également être réalisée dans un angle à l'aide d'équerres butylées définies au paragraphe précédent.

Il pourra être utilisé d'autres éclisses adaptées à la géométrie des espaceurs, et validées par la société VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL.

#### 2.2.2.6. Butyl

Il est utilisé le butyl NAFTOTHERM BU S de KÖMMERLING, le butyl JS 680 de TREMCO ou le butyl Butylver de FENZI.

Il pourra être utilisé d'autres butyls associés aux systèmes de scellement prévus dans le Dossier Technique à la condition qu'ils aient été reconnus équivalents dans le cadre d'une certification pour vitrage isolant (CEKAL ou équivalent).

#### 2.2.2.7. Mastic de scellement

Les mastics de scellement utilisés sont les suivants :

Espaceurs SWISSPACER ULTIMATE

- Polysulfure GD 116 NA de KÖMMERLING.
- Polyuréthane IGK 130 (IGK), GD 677 NA et GD 677 NA Plus de KÖMMERLING, JS 442 MF et JS 442 MF HV de TREMCO, Poliver GP-AC fluide et pâteux de FENZI .
- Silicone DC 3362 HV, HV/GER et HD (DOW CORNING), IG 25 HM Plus (SIKA) et GD 920 de KÖMMERLING (en VEC généralement et avec gaz), Ködiglaze S de KÖMMERLING, DOWSIL 336.

Espaceurs SWISSPACER ADVANCE

- Polysulfure GD 116 NA de KÖMMERLING.
- Polyuréthanes GD 677 NA de KOMMERLING, IGK 130 fluide et HV, JS 442 MF et JS 442 MF HV de TREMCO.

Pour les mastics polysulfure ou polyuréthane il sera pris en compte une conductivité thermique de 0.4 W/(m.K)

Pour les mastics silicone il sera pris en compte une conductivité thermique de 0,35 W/(m.K).

Il pourra être employé d'autres mastics de scellement correspondant aux familles ci-dessus (polysulfure, polyuréthane ou silicone pour les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE, et polyuréthane ou polysulfure dans le cas des espaceurs SWISSPACER ADVANCE) et utilisés dans le cadre d'une certification pour vitrage isolant (CEKAL ou équivalent) à la condition qu'ils permettent de vérifier les exigences afférentes. Dans le cas des mastics silicone, ils devront par ailleurs disposer du label SNJF VI VEC.

## 2.3. Dispositions de conception

### 2.3.1. Compositions et dimensions

Les fabrications courantes portent sur l'assemblage de deux feuilles de verre ou de glaces planes de 3 à 15 mm.

Les épaisseurs nominales des lames d'air sont 8 mm, 10 mm, 11 mm, 12 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 18 mm, 20 mm, 22 mm, 24 mm, 27 mm, 32 mm et 36 mm.

Il est possible d'assembler en vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE, deux produits verriers plans de nature différente dans la limite des constituants décrits au paragraphe 2.1.

#### Cas des triples vitrages

La fabrication de triples vitrages avec remplissage en gaz et deux couches faiblement émissives est possible à condition de mettre en œuvre des spécifications de fabrication équivalentes à celles des doubles vitrages (masse butyl par côté espaceur, hauteur de scellement sous talon des espaceurs, dispositions générales,...), de vérifier au cas par cas les contraintes thermique et mécanique (contraintes dans produits verriers, température, effort dans joint de scellement...), de vérifier le taux de remplissage en gaz des deux lames. Une vérification par essai long de résistance à la pénétration de l'humidité devra être réalisée.

### 2.3.2. Vérifications spécifiques

#### 2.3.2.1. Vérifications – Vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE ou SWISSPACER ADVANCE mis en œuvre avec prise en feuillure sur quatre côtés

La hauteur minimale du scellement est de 3 mm.

L'épaisseur maximale de la lame est de 36 mm.

La conception des vitrages devra prendre en compte leur comportement sous charges climatiques et sous l'effet de chocs thermiques, ainsi que leur comportement vis-à-vis des chocs (respect des prescriptions du DTU 39),

En complément des vérifications à réaliser suivant la norme NF DTU 39, des vérifications relatives à l'échauffement de la lame d'air et aux variations d'altitude entre les lieux de fabrication et de pose et lors de l'étape de transport, doivent être réalisées.

Il sera vérifié :

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

Pour la vérification des efforts dans le joint de scellement, il peut être pris en compte les tableaux de vérification établis par CEKAL valables pour une différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication inférieure ou égale à 300 m, et établis avec les valeurs conventionnelles suivantes :

- Température de fabrication : 15°C.
- Hauteur du système de scellement : 10 mm.
- Position du vitrage : 90° par rapport à l'horizontale.
- Température extérieure d'été : 35°C.
- Température intérieure d'été : 25°C.
- Pas de protection solaire.
- Flux solaire : 800 W/m<sup>2</sup>.
- Coefficient d'échange superficiel intérieur : hci = 3.6 W/(m<sup>2</sup>.K).
- Coefficient d'échange superficiel extérieur : hce = 8 W/(m<sup>2</sup>.K).
- Différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication : 300 m.
- Composants verriers à couches dont les caractéristiques énergétiques ont été utilisées pour l'établissement de ces tableaux.

Pour les cas ne rentrant pas dans le cadre des hypothèses et/ou conditions conventionnelles précédentes un calcul sera réalisé au cas par cas.

Le calcul sera réalisé à partir des informations suivantes :

- Hauteur et largeur du vitrage isolant.
- Epaisseur des produits verriers.
- Type des produits verriers (recuit, trempé « durci » ou feuilleté).
- Epaisseur de la lame d'air.
- Présence de stores, de corps de chauffe à proximité du vitrage.
- Présence de masques.
- Caractéristiques énergétiques des composants verriers.
- Différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication des vitrages isolants, et le cas échéant l'altitude de transit,
- Température ambiante extérieure maximale et la température ambiante intérieure,
- Orientation de la façade,
- Position verticale (façade) ou inclinée (toiture).

Pour des différences d'altitudes entre lieu de pose et lieu de fabrication supérieures à 300 m, il pourra être réalisé un pré-équilibrage en usine tenant compte de la différence d'altitude effective. Il pourra également être réalisé un équilibrage in situ mais dans ce cas il ne sera pas pris en compte de remplissage argon.

Dans le cas de triples vitrages un calcul doit être réalisé au cas par cas.

Nota : Pour les hypothèses à prendre en compte au regard des conditions climatiques, il pourra être utilisé le cahier du CSTB n° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

Pour ce qui concerne la vérification de la résistance aux chocs thermiques, elle doit être réalisée selon la norme NF DTU 39 P3.

### Triples vitrages

Dans le cas de triple vitrages un calcul doit être réalisé au cas par cas.

Les dispositions relatives aux triples vitrages sont équivalentes à celles des doubles vitrages.

Pour les hypothèses à prendre en compte, il sera nécessairement considéré celles contenues dans le cahier CSTB N° 3242 mentionné ci-avant.

#### 2.3.2.2. Vérifications – Vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE pris en feuillure sur deux côtés éventuellement avec vitrages décalés sur les angles des bâtiments.

Les dispositions indiquées à l'alinéa précédent sont, sur le principe, applicables (toutefois les tables CEKAL pour la vérification des efforts dans les joints de scellement ne sont pas applicables). Elles sont complétées par les précisions ci-après.

Il est utilisé un mastic silicone précisé dans le paragraphe 2.2.2.7. La hauteur minimale de scellement silicone est de 3 mm.

L'effort maximal dans le joint de scellement doit être inférieur ou égal à 0,95 daN/cm, et les vérifications afférentes seront réalisées au cas par cas. Dans le cas d'une exposition accrue à l'humidité (vitrages bords à bords en particulier), et/ou dans le cas où l'effort maximal dans le joint de scellement peut être supérieur à 0,95 daN/cm tout en restant inférieur ou égal à 1,12 daN/cm il est nécessaire de justifier le respect d'un indice I inférieur à 0,1 (essai 168 cycles suivant DTU 39 P1-2 annexe B, avec ou sans UV).

Dans le cas de triples vitrages un calcul est nécessaire au cas par cas.

Les vitrages en œuvre sont verticaux et les bords libres correspondent aux côtés verticaux.

Dans le cas des vitrages à bords décalés (angle de bâtiment) le décalage entre composants verriers est limité à 5 fois l'épaisseur du composant verrier le plus grand.

#### 2.3.2.3. Vérifications – Vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE mis en œuvre en VEC

Les dispositions indiquées au paragraphe 2.3.2.2 sont, sur le principe, applicables (toutefois les tables CEKAL pour la vérification des efforts dans les joints de scellement ne sont pas applicables) ; elles sont complétées ci-après.

Il est utilisé un mastic silicone précisé dans le paragraphe 2.2.2.7. La hauteur minimale de scellement silicone est de 6 mm.

Dans ce cas, l'effort maximal dans le joint de scellement sous l'effet d'une élévation de température doit être inférieur ou égal à 0,95 daN/cm, et les vérifications afférentes seront réalisées au cas par cas. L'effort maximal dans le joint de scellement peut être supérieur à 0,95 daN/cm tout en restant inférieur ou égal à 1,12 daN/cm, mais il est dans ce cas nécessaire de justifier le respect d'un indice I inférieur à 0,1 (essai 168 cycles suivant DTU 39 P1-2 annexe B, avec ou sans UV).

Les épaisseurs des composants verriers sous les charges climatiques et de poids propre le cas échéant, sont déterminées par application du Cahier du CSTB 3488\_V2 « Vitrages Extérieurs Collés – Cahier des prescriptions techniques ».

Dans le cas de triples vitrages un calcul est nécessaire au cas par cas.

Dans le cas de vitrages à bords décalés, le décalage entre composants verriers est limité à 5 fois l'épaisseur du composant verrier le plus grand.

### Vérification spécifique au scellement silicone pour résister aux effets du vent (double-vitrage)

L'effort maximal admissible par unité de longueur, résultant des effets de vent en dépression à l'état limite ultime est limité à 950 N/m (0,95 daN/cm) de longueur de joint quelle que soit la hauteur du cordon de mastic.

Par ailleurs, la hauteur du mastic de scellement des vitrages isolants désignée hsc, ne doit pas être inférieure à 6 mm et elle doit être déterminée comme indiqué ci-après.

La valeur de hsc est déterminée selon le Cahier du CSTB 3488 « Vitrages Extérieurs Collés » :

$$hsc = \frac{\beta \cdot \ell \cdot q_u}{2000 \cdot \sigma_{des}}$$

où :

$q_u = 1,5 W$  pour les parois verticales (dépression) ;  $W$  étant la charge de vent caractéristique,

$\ell$  = la plus petite dimension en mètre du vitrage

$\sigma_{des}$  = contrainte admissible en traction en MPa

$\beta$  représente la partie de la charge due au vent appliquée au composant extérieur du vitrage et sa valeur est égale à :

½ si  $e_1$  (épaisseur du composant verrier extérieur) est inférieure ou égale à  $e_2$  (épaisseur du composant verrier intérieur),

1 si  $e_1 > e_2$

Pour les vitrages feuilletés,  $e_1$  et  $e_2$  sont à considérer en tant qu'épaisseurs équivalentes.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC, les prescriptions et les dispositions du guide EOTA N° 002 « Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) » devront être respectées. Par ailleurs, dans le cas de mise en œuvre en VEC, les dispositions afférentes seront complétées par le respect des prescriptions contenues dans le cahier du CSTB n° 3488\_V2 « Vitrages extérieurs collés – Cahier des prescriptions techniques » pour ce qui concerne les vitrages isolants.

### Vérifications spécifiques au scellement silicone pour résister aux effets du vent (triple vitrage)

Pour déterminer la hauteur de scellement, il sera utilisé la relation :

$$h_{sc} = \frac{\beta \cdot l \cdot q_u}{2000 \cdot \sigma_{des}}$$

La valeur de  $\beta$  utilisée sera le maximum des deux valeurs suivantes :

$$\frac{e_1^3 + e_2^3}{e_1^3 + e_2^3 + e_3^3}$$

- 0,5

Dans cette relation  $e_1$  est l'épaisseur du composant verrier extérieur,  $e_2$  est l'épaisseur du composant verrier intermédiaire et  $e_3$  est l'épaisseur du composant verrier intérieur.

Les notes de calculs afférentes sont conservées et archivées par le centre de production de vitrages isolants.

#### 2.3.3. Tolérances de fabrication

Les tolérances de fabrication sur les épaisseurs totales des vitrages sont les suivantes (cas de composants monolithiques) :

Les tolérances de fabrication sur les épaisseurs totales des doubles vitrages sont les suivantes :

- $e \leq 20$  mm  $\begin{matrix} +0,5 \text{ mm} \\ -0,5 \text{ mm} \end{matrix}$
- $e > 20$  mm  $\begin{matrix} +0,5 \text{ mm} \\ -0,8 \text{ mm} \end{matrix}$

Les tolérances de fabrication sur les épaisseurs totales des triples vitrages sont + 1,4 mm – 0,5 mm.

La hauteur de scellement sous talon des espaces est de 3 mm minimum, sauf dans le cas de VEC où elle est de 6 mm minimum.

Les autres spécifications sont celles des vitrages courants.

---

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

### 2.4.1. Stockage des vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE – Manutention, transport

En attendant leur mise en œuvre, les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE seront stockés conformément aux indications de la norme NF DTU 39, notamment :

- Ils doivent être stockés dans des locaux secs et aérés.
- En aucun cas, ils ne doivent être soumis à un rayonnement solaire direct.

Par ailleurs, il est nécessaire de s'assurer que les limites admises d'effort dans les joints de scellement et de contraintes dans les produits verriers ne sont pas dépassées. Il convient pour ces vérifications de se reporter au paragraphe 2.3.2.1.

Pendant le stockage et le transport, tous les vitrages isolants doivent obligatoirement être protégés de l'humidité.

### 2.4.2. Conditions de mise en œuvre

#### 2.4.2.1. Dispositions générales

La compatibilité des produits constituant les cales, les éléments situés dans l'environnement immédiat des vitrages, et les éventuels calfeutremments d'étanchéité au regard du système de scellement, devra être vérifiée.

Les vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE seront mis en œuvre conformément aux dispositions prévues dans la norme NF DTU 39 « Travaux de Miroiterie – Vitrierie » dans le cas de mise en œuvre avec prise en feuillure sur quatre côtés ou sur deux côtés (feuillures drainées).

Dans le cas de mise en œuvre avec prise en feuillure sur deux côtés (bandes filantes) les prescriptions définies dans la norme NF DTU 39 P1-1 (paragraphe 11-3) devront être appliquées. Dans ce cas, il est utilisé un scellement silicone.

La mise en œuvre des vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE en VEC est faite sur des cadres spécialement conçus à cet effet.

Pour les réalisations avec prise en feuillure sur 4 côtés ou sur 2 côtés apposés les efforts de compression ne doivent pas dépasser 1 daN/cm à la mise en œuvre.

#### 2.4.2.2. Vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés

Les vitrages isolants avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE seront mis en œuvre conformément aux dispositions prévues dans la norme NF DTU 39 P 1-1.

La mise en œuvre pourra également être réalisée selon les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2.

Les vitrages peuvent être mis en œuvre à une altitude maximale de 900 mètres par rapport à celle du lieu de fabrication, sous réserve que soient vérifiées les dispositions du paragraphe 2.4.1. Au-delà, ou en deçà de cette altitude si les niveaux d'efforts dans le joint de scellement l'exigent, il conviendra d'utiliser des vitrages comportant un dispositif permettant l'équilibrage des pressions entre la lame d'air et l'atmosphère sur le lieu de mise en œuvre ou bien d'effectuer un pré-équilibrage dans l'atelier de fabrication. Cette règle (900m) ne s'applique pas aux triples vitrages pour lesquels un calcul doit être réalisé au cas par cas. Dans le cas d'équilibrage sur le lieu de pose il ne sera pas pris en compte le remplissage en gaz.

#### 2.4.2.3. Vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE mis en œuvre avec prise en feuillure sur 2 côtés opposés avec les deux côtés verticaux à bords libres.

Il est utilisé un scellement silicone selon le paragraphe 2.2.2.7.

Dans ce cas et en complément de l'application de la norme NF DTU 39 P1-1 (paragraphe 11.3), les dispositions suivantes seront appliquées :

- Les déformations des bords libres des vitrages isolants seront limitées au 1/150 de la longueur de ces bords sous les effets du vent normal.
- La hauteur minimale du mastic de scellement sera égale à 3 mm.
- Les éventuelles arêtes accessibles des vitrages seront traitées pour éviter d'occasionner des blessures.
- Les garnitures d'étanchéité verticales doivent :
  - assurer durablement l'étanchéité entre remplissages,
  - ne pas nuire à la durabilité des vitrages isolants ou de leurs composants, c'est-à-dire être compatibles avec les produits présents sur les chants des vitrages et permettre l'équilibrage des pressions de vapeur d'eau sur les chants des vitrages également.
- Les joints des angles de bâtiment qui présentent généralement des déformations relatives conséquentes seront conçus pour les absorber.
- La réalisation de l'étanchéité verticale entre vitrage devra permettre l'aération des joints de scellement.

Les vitrages peuvent être mis en œuvre à une altitude maximale de 900 mètres par rapport à celle du lieu de fabrication, sous réserve que soient vérifiées les dispositions du paragraphe 2.4.1. Au-delà, ou en deçà de cette altitude si les niveaux d'efforts dans le joint de scellement ou de contraintes dans les verres l'exigent, il conviendra d'utiliser des vitrages comportant un dispositif permettant l'équilibrage des pressions entre la lame d'air et l'atmosphère sur le lieu de mise en œuvre ou bien d'effectuer un pré-équilibrage dans l'atelier de fabrication. Cette règle (900m) ne s'applique pas aux triples vitrages pour lesquels un calcul doit être réalisé au cas par cas.

Dans le cas d'équilibrage sur le lieu de pose il ne sera pas pris en compte le remplissage en gaz.

#### 2.4.2.4. Vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE mis en œuvre en VEC

Il est utilisé un scellement silicone selon le paragraphe 2.2.2.7, et la hauteur de scellement est déterminée selon les règles détaillées au paragraphe 2.3.

##### **Vitrage isolant avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE bordé**

Le calage doit intéresser les deux composants verriers du vitrage, la glace extérieure prenant appui sur au moins la moitié de son épaisseur avec un minimum de 3 mm. Compte tenu de l'épaisseur minimale du joint d'étanchéité de 3 mm, ceci nécessite d'avoir un composant verrier extérieur de 6 mm d'épaisseur minimum. Les longueurs des cales, déterminées selon la norme NF DTU 39 P 1-1, seront multipliées par deux.

La périphérie du joint de scellement du vitrage isolant doit être drainée.

##### **Vitrage isolant avec espaceur SWISSPACER ULTIMATE non bordé**

Le calage doit intéresser l'épaisseur totale des deux composants verriers. Les longueurs des cales seront déterminées par application de la norme NF DTU 39 P 1-1.

Le décalage des composants verriers sera de 1 mm minimum sur le chant supérieur (toutes tolérances confondues), le vitrage le plus petit étant situé côté extérieur.

Dans le cas de triples vitrages le décalage entre chaque composant verrier sur le chant supérieur sera de 1 mm, le vitrage le plus petit étant côté extérieur.

La mise en œuvre devra respecter les prescriptions données dans le Cahier CSTB 3488\_V2 « Vitrages Extérieurs Collés – Cahier des Prescriptions Techniques » pour ce qui concerne les vitrages isolants.

Dans le cas de pose en altitude (par rapport au lieu de fabrication), les vitrages VEC devront être pré-équilibrés (pas d'équilibrage in situ) :

- Selon les résultats du calcul, c'est-à-dire que si sous l'effet de la variation d'altitude et de l'échauffement de la lame d'air, l'effort obtenu sur le joint de scellement franchit la limite de 0,95 daN/cm.
- Ou si la différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication est supérieure à 900 m. Cette règle (900 m) ne s'applique pas aux triples vitrages pour lesquels un calcul doit être réalisé au cas par cas.

---

## **2.5. Maintien en service du produit ou procédé**

Les vitrages doivent être nettoyés périodiquement pour conserver leurs performances. Les produits et outils utilisés doivent être exempts de matières abrasives. La périodicité du nettoyage dépend essentiellement de l'environnement extérieur, c'est-à-dire du niveau et du type de pollution. Dans les cas les plus courants, deux nettoyages sont préconisés au minimum chaque année.

---

## 2.6. Traitement en fin de vie

---

La gestion du produit en fin de vie (déconstruction, recyclage ou autre procédé) doit respecter la réglementation en vigueur.

---

## 2.7. Assistance technique

---

Une équipe technique est à disposition des clients de SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE, à l'adresse [technik@swisspacer.com](mailto:technik@swisspacer.com), et une documentation technique ainsi que des vidéos sont également disponibles sur demande.

---

## 2.8. Fabrication et contrôles

---

### 2.8.1. Fabrication des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE

Ces espaceurs sont fabriqués par la société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL sur le site de Lengwil (Suisse) et par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne).

La matière de base (styrène-acrylo-nitrile avec fibres de verre) est livrée sous forme de granulés. Après séchage, cette matière est transportée à l'entrée de l'extrudeuse et mélangée, au pourcentage prescrit, avec le colorant également en granulés (sauf dans le cas d'espaceurs blancs qui ne contiennent pas de pigments de coloration).

La matière portée à sa température de transformation est extrudée puis refroidie dans un bain d'eau. Un équipement de contrôle spécifique assure la constance du flux de masse de la matière de base, en fonction de la vitesse d'étirage, et des caractéristiques physiques de la matière première.

Après passage dans l'eau de refroidissement, le profilé est perforé par une roue dentée également chauffée qui traverse la paroi du profilé destinée à être côté lame d'air/gaz.

Le collage du feuil est réalisé après préparation de surface sur le profil extrudé.

Les conditions d'application du collage sont contrôlées de façon continue.

À la fin de la ligne d'extrusion, le profilé est découpé à longueur par une scie. Les profilés ainsi découpés sont mis en bottes de 12 barres disposées en couches dans un container de stockage/transport.

#### 2.8.1.1. Lot, conditionnement et identification

Un lot est défini comme étant la production correspondant à 1 container de section de 0,4 m à 0,6 m environ et de 6 mètres de longueur ou de 18 cartons de section 210 mm x 180 mm et de 5,10 mètres de longueur.

La codification des éléments de l'identification d'un lot est donnée dans le tableau 3.

Les différents espaceurs SWISSPACER sont conditionnés :

- Soit en carton de section 210 mm x 180 mm contenant des intercalaires de 5,10 mètres de longueur.
- Soit en container en acier galvanisé contenant également des intercalaires de 6 mètres de longueur. Ils sont par ailleurs emballés dans une feuille en polyéthylène pour la protection contre la poussière.

Les containers peuvent être empilés l'un sur l'autre jusqu'au nombre de 7.

Les cartons ou les containers doivent être stockés dans des locaux secs et aérés.

Chaque container et chaque carton sont étiquetés pour assurer leur identification.

A titre d'information, le linéaire d'espaceur SWISSPACER varie de :

- 1468,8 mètres (8 mm) à 612 m (20 mm) pour les conditionnements en carton de 210 mm x 180 mm.
- 25344 mètres (8 mm) à 10944 m (20 mm) pour les conditionnements en container.

Les étiquettes disposées sur les conditionnements comportent entre autres les informations suivantes :

- le nom de l'espaceur SWS UTLIMATE ou SWS ADVANCE,
- la largeur de l'espaceur,
- la couleur de l'espaceur,
- la longueur totale des espaceurs contenus dans le conditionnement,
- le numéro de lot unique,
- le nom SWISSPACER et la lettre U (SWISSPACER UTLIMATE) ou A (SWISSPACER ADVANCE),
- le nom et l'adresse du fabricant,
- la mention FRONT lorsque les conditionnements sont livrés avec des connecteurs linéaires pré-montés (dans ce cas, cette mention indique la localisation des connecteurs).

### 2.8.2. Fabrication des vitrages isolants

La fabrication des vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE est réalisée sur des lignes de production courantes de vitrages isolants avec enduction du scellement soit automatique, soit manuelle.

Des dispositions spécifiques sont mises en œuvre pour :

- Que la manipulation des cadres intercalaires ne crée pas d'anomalie liée aux spécificités mécaniques des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE.
- Que le pressage soit réglé pour avoir un parallélisme optimal des faces des vitrages finis.
- Que dans le cas de pliage le feuil ne soit pas dégradé sur les angles correspondants.

La société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL tient à disposition des fabricants de vitrages isolants, des directives de fabrication détaillant ces dispositions, pour les différents modes de fabrication.

La fabrication de triples vitrages avec remplissage en gaz des deux lames et deux couches faiblement émissives est possible à condition de mettre en œuvre des spécifications de fabrication équivalentes à celles des doubles vitrages (masse butyl par côté intercalaire, hauteur de scellement sous talon des intercalaires, dispositions générales...), de vérifier au cas par cas les contraintes thermiques et mécaniques (contraintes dans les produits verriers, température, effort dans le joint de scellement...), de vérifier le taux de remplissage en gaz des deux lames. Une vérification par essai long de résistance à la pénétration de l'humidité devra être réalisée.

#### 2.8.2.1. Stockage et manutention

Le stockage des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE doit être réalisé à l'abri de l'humidité, du froid et de la poussière.

Conditions de stockage optimales :  $\geq 15^{\circ}\text{C}$ , au sec.

Les espaceurs doivent être entreposés au moins 24h avant utilisation, et utilisés dans un délai de 12 mois.

Il est nécessaire de veiller que les cartons contenant des espaceurs non assemblés sont bien fermés, ou recouverts d'un film protégeant les espaceurs de la poussière.

Les espaceurs sont retirés de leur conditionnement avec précaution, par une extrémité, et en choisissant les espaceurs en haut du conditionnement, afin de ne pas endommager le film.

Il est recommandé de retirer avec un chiffon doux, les poussières déposées sur la partie en styrène-acrylo-nitrile des espaceurs sortis de la zone de stockage.

Lors des manutentions, des précautions doivent être prises pour que les espaceurs n'entrent pas en contact avec le sol. Pour éviter les déformations des espaceurs, il est conseillé de les porter à deux et par paquets de 12 unités.

#### 2.8.2.2. Fabrication des cadres

##### **2.8.2.2.1. Coupe à longueur et cas particulier des vitrages avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE assemblés quatre équerres**

La découpe doit être réalisée en attaquant l'espaceur côté film, à l'aide d'une lame de scie en carbure, de diamètre environ 280 mm, largeur environ 2,2 mm, environ 80 dents.

Vitesse d'avance recommandée : 0,8 à 1 m / min.

Régime recommandé : de 2700 tr/min à 4800 tr/min.

La coupe doit être franche et nette. Les fins copeaux doivent être éliminés à l'aide d'air comprimé, et les espaceurs nettoyés éventuellement à l'aide d'un déioniseur.

Pour la fabrication des cadres en assemblage quatre équerres, la fermeture du cadre est réalisée soit avec des équerres pré-butylées, soit en butylant des équerres standard.

##### **2.8.2.2.2. Cas particulier des vitrages avec cadre espaceur SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE pliés**

Les différents espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE lorsqu'ils sont pliés ne présentent que des bords rectilignes et sont rectangulaires.

Les espaceurs SWISSPACER ne peuvent être pliés que s'ils ont été préalablement chauffés ; la plieuse doit donc posséder l'option chauffage, et les réglages doivent être adaptés à chaque espaceur. Il convient de vérifier que la lame de scie utilisée pour la découpe des espaceurs respecte bien les caractéristiques décrites au paragraphe 2.8.2.2.1. Des plieuses adaptées sont proposées par Lisec Austria, Lombarda Macchine S.r.l, Forel Spa, Beijing Boza Automation Machinery Co., Ltd et Rjukan Metall.

Le profilé est chauffé jusqu'à son point de ramollissement (environ  $135^{\circ}\text{C}$ ) dans la zone à plier. La plieuse relève ensuite le profilé de la valeur de l'angle souhaité, soit  $90^{\circ}$ .

Ce pliage est réalisé de sorte que l'angle obtenu soit net côté intérieur et que la continuité de l'étanchéité à la vapeur d'eau et au gaz soit assurée par le feuil de synthèse.

Ensuite le profilé est refroidi à température ambiante pour retrouver sa rigidité.

La fermeture du cadre est réalisée soit en partie courante par aboutage et mise en place d'une éclisse (ou connecteur) soit sur un angle à l'aide d'une équerre pré-butylée ou butylée au cours de la fabrication.

##### **2.8.2.2.3. Cas particulier des vitrages avec cadres espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE cintrés**

Le cintrage du profilé se fait sur gabarit. L'espaceur a été préalablement chauffé jusqu'à son point de ramollissement (température d'environ  $135^{\circ}\text{C}$ ) pendant 3 à 7 minutes et rempli préalablement de tamis moléculaire pour optimiser la stabilité dimensionnelle de l'espaceur. Le cintrage se fait alors sans effort.

Le rayon de courbure minimum est de 150 mm à 200 mm (feuil composite en extension).

Il est vérifié visuellement que le feuil n'est pas fissuré ou décollé sur les bords (absence de plis).

Les modalités de remplissage en déshydratant sont les mêmes que pour les vitrages rectangulaires avec équerres.

#### 2.8.2.2.4. Cas particulier des vitrages avec croisillons.

La mise en place de croisillons dans les différents espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE est possible de plusieurs façons :

- avec des agrafes courantes, il convient cependant de diminuer la pression lors de leur application afin de ne pas endommager l'espaceur par éclatement par exemple, et l'intercalaire doit être rempli en déshydratant sur tous les côtés.
- avec une machine spéciale d'assemblage par vissage, le chauffage de la zone de fixation du croisillon peut faciliter l'assemblage selon les besoins.

Les systèmes de croisillons utilisés seront ceux retenus dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

#### 2.8.2.2.5. Cas particulier des vitrages avec cadres soudés

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et ADVANCE peuvent être assemblés par une soudure à ultrasons à l'aide d'une machine spécifique. Des robots de soudage sont proposés par Rottler und Rüdiger un Partner GmbH.

Dans un premier temps les barres d'espaceur sont préparées soit manuellement, soit dans une machine spécifique : elles sont découpées avec une fraise à 45° et reçoivent un marquage le cas échéant. Une équerre à 90° est mise en place à une des extrémités. Les barres préparées avec emboîtement des équerres sont placées dans une machine qui va assembler les 4 barres et les souder par ultrasons (deux soudures simultanées) et former des cadres carrés ou rectangulaires.

La machine peut actuellement souder uniquement deux coins à 90° et réalise des cadres ouverts en C, à refermer avec des équerres flexibles SWS® (pour réaliser des vitrages de forme trapèze rectangle).

Il existe deux typologies d'équerres servant à rigidifier les angles soudés : l'équerre de 10 mm, couvrant toute largeur de profil à partir de 10 mm et l'équerre universelle s'adaptant aux largeurs de 12 mm à 20 mm.

Au moment de la découpe, vérifier la bonne qualité de coupe (pas d'apparition excessive de copeaux, d'arrachement du film, et changement régulier de la fraise et des mors).

En sortie de machine, les contrôles suivants sont faits sur le cadre :

- Tenue mécanique, pour vérifier la qualité de la soudure, on soumet le coin à une légère pression,
- Contrôle visuel que la soudure est satisfaisante,
- Contrôle visuel de la bonne position des barres soudées. En effet, il est important que les deux arrêtes fraisées soient juxtaposées. L'écart maximum admis correspond à l'épaisseur des parois de l'espaceur. Si un jour apparaît après soudure que cela soit sur la face extérieure (face comportant le feuillet) ou sur la face intérieure du cadre, celui-ci doit être rebuté.
- Par ailleurs, au moins à chaque équipe, il est réalisé la mesure de la longueur de barre coupée et des corrections systématiques sont effectuées si besoin.

#### 2.8.2.3. Remplissage en déshydratant

##### 2.8.2.3.1. Règles de remplissage

Le remplissage en déshydratant des cadres s'effectue généralement sur deux côtés adjacents ou sur deux côtés longs avec un remplissage complet jusqu'au trou de remplissage et au minimum de 45g (+/- 10%).

Le tableau ci-dessous récapitule les longueurs de remplissage indicative en mm des cadres (somme des côtés remplis en déshydratant) pour atteindre le remplissage à 45gr (+/- 10%) :

	Longueur de remplissage indicative* en mm (somme des côtés remplis en déshydratant) pour un remplissage 45 gr (+/-10%)				
Largeur d'espaceur	8	9	10	12	14
Longueur indicative	2500	2142	1875	1500	1250
Largeur d'espaceur	16	18	20	22	24
Longueur indicative	1071	978	818	692	600

\* Seul l'espace pouvant être effectivement rempli doit être pris en compte (il convient de considérer la position des trous de perçage, ainsi que la présence et l'encombrement de connecteurs linéaires ou d'équerres). Ces indications sont données sur la base de tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace.

Dans les cas où un remplissage sur deux côtés n'est pas possible, le cadre doit être rempli sur les quatre côtés.

Lorsque les cadres sont assemblés avec des équerres, il convient de butyler les équerres ou d'utiliser des équerres pré-butylées. Les valeurs de références indicatives du tamis moléculaire en gr par mètre par largeurs d'espaceurs sont indiquées dans le tableau du chapitre 2.2.2.3.

### 2.8.2.3.2. Précautions spécifiques

Les cadres espaceurs sont remplis en tamis moléculaire de façon généralement automatique, suivant un procédé commun aux autres espaceurs warm-edges. Il est nécessaire de s'assurer que les trous sont effectués avec un foret affûté afin d'éviter les résidus et tout risque d'obstruction. Des forets adaptés sont proposés par Rottler und Rüdiger und Partner GmbH.

Des vibrations sont transmises au cadre afin de faciliter l'écoulement du tamis moléculaire. On privilégiera une machine permettant de contrôler la régularité du débit.

Les granulométries suivantes sont à privilégier :

- Remplissage manuel : 0,8 mm à 1,4 mm
- Remplissage automatique : 0,5 mm à 0,8 mm

Après remplissage, il est recommandé de retirer avec un chiffon doux, les poussières de déshydratant déposées sur la partie en styrène-acrylo-nitrile de l'espaceur.

Les trous de perçage doivent être scellés avec du butyl.

### 2.8.2.4. Butylage et enduction

Les caractéristiques et dispositions de mise en œuvre du cordon butyl et du scellement sont identiques à celles généralement retenues pour des vitrages isolants courants.

Les dispositions précisées ci-après seront appliquées :

- La hauteur de scellement sous talon des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE est de 3 mm minimum, sauf dans le cas de VEC où le seuil critique ponctuel est de 6 mm minimum.
- Les équerres sont systématiquement butylées.
- Les étapes recommandées pour le butylage des équerres standard sont décrites dans les schémas du tableau 6.
- Lors du butylage automatique des cadres, il est recommandé d'utiliser des équerres pré-butylées.
- Le cordon butyl est positionné de telle sorte qu'il comporte toujours une interface avec le feuil pare vapeur.
- La quantité de butyl déposée sur les espaceurs est supérieure ou égale à 2,5 g/ml.

### 2.8.2.5. Autres phases de fabrication

Les autres phases de fabrication sont les mêmes que celles des vitrages isolants courants (émergence couches, lavage, remplissage gaz, scellement ...).

Il est recommandé de réduire la pression exercée sur le vitrage isolant, par rapport aux réglages standard, pour éviter la casse de l'espaceur.

## 2.8.3. Contrôles

### 2.8.3.1. Contrôles relatifs à la fabrication des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE

La fabrication des espaceurs SWISSPACER donne lieu à 3 types d'opérations de contrôle.

#### 2.8.3.1.1. Matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE

Les caractéristiques spécifiées des matières premières sont documentées et vérifiées par des contrôles « produits » réalisés par les fournisseurs selon un cahier des charges particulier pour chaque matière première utilisée pour la réalisation des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE et font l'objet de certificat de contrôle pour chacun des lots livrés.

Par ailleurs le fabricant procède à des contrôles complémentaires et en particulier, dans le cas des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE, sur chaque lot de feuil composite.

#### 2.8.3.1.2. Contrôles sur la ligne de fabrication des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE

Les différents paramètres reconnus comme pouvant avoir une incidence sur la qualité finale du produit, sont contrôlés.

Le process d'élaboration des espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE étant complètement automatisé, les paramètres afférents au process et ceux concernant le produit sont contrôlés et enregistrés en permanence.

Ce sont en particulier :

- Les températures des zones de chauffage de la ligne.
- La pression de la matière fondue.
- La vitesse d'extrusion.
- La vitesse de défilement.
- La présence de primaire le cas échéant.
- La présence de colle.
- Le réglage de la position et de la tension de la bobine du feuil composite.

En parallèle, le personnel contrôle en permanence les paramètres concernant la qualité du produit et les enregistre sur une fiche de contrôle production.

### 2.8.3.1.3. Contrôles sur produits finis réalisés sur les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE

Les différents contrôles sont récapitulés dans le tableau 2.

Chaque livraison d'espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE et d'équerres, est accompagnée du certificat de conformité concernant le/les lot(s) livré(s).

### 2.8.3.2. Contrôles relatifs à la fabrication des vitrages isolants réalisés à partir d'espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE

De façon générale, les contrôles sur matières premières, en cours de fabrication et sur produits finis, sont ceux prévus dans la norme EN 1279-6 et ceux réalisés dans le cadre de la certification CEKAL.

Ces contrôles sont cependant complétés par des contrôles spécifiques listés en annexe.

Température des points de rosée : vitrages avec espaceurs SWISSPACER ULTIMATE et SWISSPACER ADVANCE (perforés). La reprise d'humidité est plus lente que dans le cas d'espaceurs métalliques traditionnels.

Les températures des points de rosée sont généralement inférieures ou égales à  $-25^{\circ}\text{C}$  à 24h,  $-35^{\circ}\text{C}$  à 48h et  $-45^{\circ}\text{C}$  à 5 jours. Dans tous les cas, pour des durées supérieures à 30 jours et après exposition de 56 jours ( $\theta = 55^{\circ}\text{C}_{-0^{\circ}\text{C}}^{+3^{\circ}\text{C}}$ ) en étuve haute humidité, les températures de point de rosée, après un temps de repos de 24h minimum, doivent être inférieures à la valeur limite de  $-60^{\circ}\text{C}$ .

---

## 2.9. Mention des justificatifs

### 2.9.1. Résultats expérimentaux

- a) Mesure du retrait après exposition pendant 1 heure à  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$  et  $80^{\circ}\text{C}$  d'intercalaires SGG SWISSPACER (rapport d'essais BV01-201).
- b) Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'intercalaires SGG SWISSPACER à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur UV (ATLAS CI 35 A) montés dans un vitrage isolant avec composant verrier de 3 mm d'épaisseur (rapport d'essai n° BV01-336).
- c) Essais de vieillissement sur intercalaire SGG SWISSPACER avec nouveau coloris gris clair (vieillissement UV secs dans WOM Ci 4000) réalisé par Saint Gobain Glass.
- d) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl IGK 511, scellement IGK 130 et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 12507R-89202242).
- e) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl BUTYLVVER, hot melt de référence non précisée et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89202644-20).
- f) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl BUTYLVVER, THIOVER de FENZI et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essai 89202644-10).
- g) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl = »IGK 511, scellement IGK 330 et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89202661-10).
- h) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, IGK 511, IGK 130 et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89202661-20-R1).
- i) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire NK 30, JS 680, scellement IG 25 HM Plus et es-paceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89203946-02-).
- j) Rapport d'essai selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl BUTYLVVER, hot melt de ré-férence non précisée et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89202661-60).
- k) Rapport d'essai selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl BUTYLVVER, scellement THIOVER et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89202661-50).
- l) Rapport d'essai selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl IGK 511, IGK 330 et espa-ceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89202661-30).
- m) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl IGK 511, IGK 130 (PU) et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 89203106-01).
- n) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland avec tamis moléculaire 551 de GRACE, butyl IGK 511 et IGK 130 (PU) et espaceur SWS ULTIMATE (Rapport d'essais 12465R-89202 104).
- o) Essais de fogging réalisé par IFT Rosenheim aqvec tamis molécu-laire 551 et GRACE, Butylver, Thiover et espaceur SWS ULTIMATE. Rapport IFT 12-002446-PR04.
- p) Essais de perméance à la vapeur d'eau (MVTR) réalisé par Saint Gobain sur films composite de  $93\ \mu$  et de  $47\ \mu$ .
- q) Essais d'adhésivité cohésion avec SWS U et 3189/2 selon Pvi 121ms12 (rapport essais GINGER CEBTP BEB6-D-3034/1).
- r) Essais de perméabilité à l'oxygène sur feuill de  $93\ \mu$  et de  $47\ \mu$  fait par RDM Test Equipment : (memo du 16.10.2013).
- s) Essais sur espaceur SWS U de 2 mètres en 16 mm et de  $93\ \mu$  avec 168 cycles de climat variable (cycles selon Pvi 12.1vi04) selon rap-port BV13-1134.
- t) Essais dits d'adhésivité cohésion entre SWS U et DC 3362 selon Pvi 121ms12 (rapport CEBTP BEB6-D-3076/1).
- u) Essais sur espaceur SWS U de 2 mètres en 16 mm et film dit  $47\ \mu$  selon rapport CSTB BV13-1168 avec 168 cycles de climat variable (cycles selon Pvi 12.1vi04).
- v) Essais de traction selon l'annexe F de la norme EN 1279-6 complété par un essai de traction amené à rupture avec espaceur SGG SWISSPACER ULTIMATE et GD 677 selon Pvi 121ms12 (rapport d'essais CEBTP BEB6-D-3094/4).

- w) Essais de traction selon l'annexe F de la norme EN 1279-6 complété par un essai de traction amené à rupture avec espaceur SGG SWISSPACER ULTIMATE et JS 442 HV selon Pvi 121ms12 (rapport d'essais CEBTP BEB6-D-3094/2).
- x) Essais de traction selon l'annexe F de la norme EN 1279-6 complété par un essai de traction amené à rupture avec espaceur SGG SWISSPACER ULTIMATE et Naftotherm M82-935 selon Pvi 121ms12 (rapport d'essais CEBTP BEB6-D-3094/3).
- y) Essais de traction selon l'annexe F de la norme EN 1279-6 complété par un essai de traction amené à rupture avec espaceur SGG SWISSPACER ULTIMATE et GD 920 selon Pvi 121ms12 (rapport d'essais CEBTP BEB6-D-3076/4).
- z) Essais selon Pvi 12.1vi02 avec 3 éprouvettes en essais (350 mm x 500 mm 4.12.4 avec couche PLANITHERM ULTRA N) avec espaceur Swisspacer Ultimate H1 avec 4 équerres butylées, remplissage sur 4 côtés avec tamis moléculaire SILIPORITE NK 30 B 0.7, butyl JS 680 et scellement IG 25 HM PLUS et remplissage argon (Rapport essais CEBTP BEB7.D.0055 N°1).
- aa) Essais selon Pvi 12.1vi02 avec 6 éprouvettes en essais (350 mm x 500 mm 4.12.4) avec espaceur Swisspacer Ultimate H2, 4 équerres butylées, remplissage sur 4 côtés avec tamis moléculaire PHONOSORB 551, butyl IGK 511 et scellement polyuréthane IGK 130 et remplissage argon (Rapport essais IFT N° 13-000485-PR 04).
- ab) Essais selon Pvi 12.1vi02 avec 6 éprouvettes en essais (350 mm x 500 mm 4.12.4) avec espaceur Swisspacer Ultimate H2, 4 équerres butylées, remplissage sur 4 côtés avec tamis moléculaire PHONOSORB 551, JS 680 et scellement polyuréthane 3189/2 et remplissage argon (Rapport essais IFT N° 13-000485-PR 022).
- ac) Essais selon Pvi 12.1vi02 avec 6 éprouvettes en essais (350 mm x 500 mm 4.12.4) avec espaceur Swisspacer Ultimate H2, 4 équerres butylées, remplissage sur 4 côtés avec tamis moléculaire NK 30 B0.7, Butylver et scellement polyuréthane IGK 130 et remplissage argon (Rapport essais IFT N° 13-000485-PR 01).
- ad) Essais selon Pvi 12.1vi02 avec 6 éprouvettes en essais (350 mm x 500 mm 4.12.4) avec espaceur Swisspacer Ultimate H2, 4 équerres butylées, remplissage sur 4 côtés avec tamis moléculaire PHONOSORB 551 Butylver et scellement polysulfure THIOVER F/1 et remplissage argon (Rapport essais IFT N° 13-000485-PR 03).
- ae) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres butylées et scellement Thiover de Fenzi Rapport d'essais N° 89205399-01 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juin 2014.
- af) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres pré-butylées et scellement Thiover de Fenzi Rapport d'essais N° 89204416-01 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de janvier 2014.
- ag) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 angles soudés et scellement Thiover de Fenzi Rapport d'essais N° 89204416-02 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de janvier 2014.
- ah) Essais selon EN 1279-3 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres butylées et scellement Thiover de Fenzi Rapport d'essais N° 89205399-02 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juin 2014.
- ai) Essais selon EN 1279-3 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 angles soudés et scellement Thiover de Fenzi Rapport d'essais N° 89205399-06 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juin 2014.
- aj) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres butylées et scellement 3189/2 de LJF Rapport d'essais N° 89205399-07 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juin 2014.
- ak) Essais selon EN 1279-3 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 angles soudés et scellement 3189/2 de LJF Rapport d'essais N° 89205399-12 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juin 2014.
- al) Essais selon EN 1279-3 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres butylées et scellement 3189/2 de LJF Rapport d'essais N° 89205399-09 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juin 2014.
- am) Essais selon EN 1279-3 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace, GD 115 de Kömmerling espaceur SWS Advance avec 4 angles soudés et scellement JS 442 HV de TREMCO Rapport d'essais N° 89204416-06 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de janvier 2014.
- an) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres butylées et scellement Bostic 5000 Rapport d'essais N° 89205601-02 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de juillet 2014.
- ao) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Butylver de Fenzi espaceur SWS Advance avec 4 équerres pré-butylées et scellement Bostic 5000 Rapport d'essais N° 89204416-03 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de janvier 2014.
- ap) Essais relatifs au comportement de barres de 2 mètres d'espaceur SWISSPACER ADVANCE après 168 cycles de climat variable selon l'ancienne norme NF P 78451 (rapport d'essais du CSTB n° BV14-614 de juillet 2014).
- aq) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL et mesures de taux de gaz sur 6 vitrages 4.12.4 350 mm x 500 mm avec espaceur SWISSPACER ADVANCE, tamis moléculaire Phonosorb PS 551 sur 4 côtés, équerres polyamide S&T, Butyl Butylver de Fenzi, et polysulfure Thiover F1 de Fenzi (Rapport IFT 14-000929-PR01 de novembre 2014).
- ar) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL et mesures de taux de gaz sur 3 vitrages 4.12.4 350 mm x 500 mm avec espaceur SWISSPACER ADVANCE, tamis moléculaire Phonosorb PS 551 sur 4 côtés, équerres polyamide S&T, Butyl Butylver de Fenzi, et polyuréthane 3189/2 de LJF (Rapport IFT 14-000929-PR02 de novembre 2014).
- as) Essais d'adhésivité cohésion entre SGG SWISSPACER ADVANCE et GD 677 selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-E-3046-03/1 de novembre 2014.
- at) Essais d'adhésivité cohésion entre SGG SWISSPACER ADVANCE et GD 677 NA selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-E-3046-01/1 de novembre 2014.
- au) Essais d'adhésivité cohésion entre SGG SWISSPACER ADVANCE et JS 442 HV selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-E-3046-06/1 de novembre 2014.

- av) Essais d'adhésivité cohésion entre SGG SWISSPACER ADVANCE et M82-935 selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-E-3046-05/1 de novembre 2014.
- aw) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ADVANCE et GD116 selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-F-3026-02/1 d'avril 2015. Résultats conformes.
- ax) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ADVANCE et IGK 130 HV selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-F-3026-03/1 d'avril 2015. Résultats conformes.
- ay) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ADVANCE et JS 442 MF selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-F-3029-03/1 de mai 2015. Résultats conformes.
- az) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ULTIMATE et GD 677 NA selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-F-3046-16/1 de janvier 2015. Résultats conformes.
- ba) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ULTIMATE et JS 442MF selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-F-3046-15/1 de janvier 2015. Résultats conformes.
- bb) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ULTIMATE et GD 116 NA selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-G-3002-01/1 de février 2016. Résultats conformes.
- bc) Essais relatifs au comportement de barres de 2 mètres d'espaceur SWISSPACER Ultimate après 168 cycles de climat variable selon l'ancienne norme NF P 78451 (rapport d'essais du CSTB n° BV15-1083 d'octobre 2015).
- bd) Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'intercalaires SWISSPACER à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur UV WOM, sur coloris noir (rapport d'essai n° BV19-0246 du 19 février 2019).
- be) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER Advance et GD 116 NA selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-G-3002-02/1 de février 2016. Résultats conformes.
- bf) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl Trem-co JS680, espaceur Swisspacer Advance plié avec 1 éclisse butylée et scellement IG25HM+ Rapport d'essais N° 89211736-06 de TÜV Rheinland Nederland B.V. d'août 2017.
- bf) Essais selon EN 1279-2 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire Phonosorb 551 de Grace sur 4 côtés, butyl butylver de Fenzi, espaceur Swisspacer Ultimate assemblé avec 4 équerres butylées et scellement Dowsil 3363. Rapport d'essais N° 89208919-02 de TÜV Rheinland Nederland B.V. de mars 2016.
- bg) Essais selon EN 1279-3 sur vitrage 4/12/4 352 mm x 502 mm avec tamis moléculaire ZZ Fulong 3A IG, butylver de Fenzi, espaceur SWS Ultimate avec 4 équerres butylées et scellement Dowsil 3363. Rapport d'essais N° 89210107-04 rev 01 de TÜV Rheinland Nederland B.V. d'octobre 2016.
- bh) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon DTU 39 P1-2 annexe B 168 cycles sans UV et mesures de taux de gaz 4.16.4 350 mm x 500 mm avec cadre espaceur SWISSPACER ULTIMATE plié, tamis moléculaire Phonosorb 551 sur 4 côtés, Butyl Naftotherm Bu-S de Kömmerling, et polyuréthane GD677 NA paste de Kömmerling (Rapport IFT 19-005111-PR01 de juin 2020).
- bi) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon DTU 39 P1-2 annexe B 168 cycles sans UV et mesures de taux de gaz 4.16.4 350 mm x 500 mm avec cadre espaceur SWISSPACER ULTIMATE 4 équerres butylées, tamis moléculaire Phonosorb 551 sur 4 côtés, Butyl Naftotherm Bu-S de Kömmerling, et polyuréthane GD677 NA paste de Kömmerling (Rapport IFT 19-005111-PR02 de juin 2020).
- bj) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon DTU 39 P1-2 annexe B 168 cycles sans UV et mesures de taux de gaz 4.16.4 350 mm x 500 mm avec cadre espaceur SWISSPACER ULTIMATE plié, tamis moléculaire Phonosorb 551 sur 4 côtés, Butyl Naftotherm Bu-S de Kömmerling, et silicone GD 920 de Kömmerling (Rapport IFT 19-005111-PR03 de juin 2020).
- bk) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon DTU 39 P1-2 annexe B 168 cycles sans UV et mesures de taux de gaz 4.16.4 350 mm x 500 mm avec cadre espaceur SWISSPACER ULTIMATE soudé, tamis moléculaire Phonosorb 551 sur 4 côtés, butyl JS680 de TREMCO, et polyuréthane IGK130 HV de IGK (Rapport IFT 19-005113-PR01 de juin 2020).
- bl) Essais d'adhésivité cohésion entre SWISSPACER ULTIMATE et GD 677 NA Plus selon procédure CEKAL. Rapport CEBTP BEB6-L-3046.01 de juillet 2021.

**2.10. Tableaux et figures du Dossier Technique**

Type de profilés	a (corps plastique) mm	b mm	c mm	d mm	e <sub>1</sub> , e <sub>2</sub> , e <sub>3</sub> mm	e <sub>4</sub> (côté muni du feuil)
8 mm	7,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	5,7 ± 0,3	4,7 ± 0,3	0,9 ± 0,1	0,9 <sup>+0,25</sup> -0,05
10 mm	9,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	7,7 ± 0,3	4,7 ± 0,3	0,9 ± 0,1	0,9 <sup>+0,25</sup> -0,05
11 mm	10,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	8,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
12 mm	11,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	9,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
14 mm	13,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	11,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
15 mm	14,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	12,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
16 mm	15,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	13,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
18 mm	17,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	15,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
20 mm	19,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	17,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
22 mm	21,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	19,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
24 mm	23,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	21,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
27 mm	26,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	24,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05
32 mm	31,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	29,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05 <sub>3</sub>
36 mm	35,5 ± 0,1	6,5 <sup>+0,25</sup> -0,10	33,5 ± 0,3	4,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	1,0 <sup>+0,25</sup> -0,05 <sub>3</sub>

**Tableau 1 – Dimensions et tolérances relatives aux espaceurs SWISSPACER ADVANCE et SWISSPACER ULTIMATE (voir figure 1)**

Type de contrôle	Paramètres	Exigences et tolérances	Méthode et fréquence
<b>Aspect</b>	Homogénéité et nuance de la couleur	Homogène et conformité de la nuance	Contrôle visuel par comparaison à un échantillon de référence
	Uniformité de la surface	Aspect uniforme	Contrôle visuel continu
<b>Découpe</b>	Qualité coupe	Coupe nette	Contrôle visuel continu
	Écailles et fissures	Absence	Contrôle visuel continu
<b>Dimensions du profilé</b>	Contrôles dimensionnels	cf. tableau 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cas d'un container : Pour un lot, si PL=nombre de couches /8, PL = intervalle des couches du container à contrôler.</li> <li>Contrôle de cartons : -pour un lot d'1 Carton= 1x au milieu du carton -pour un lot de 2 Cartons = 1x au milieu du carton 2 -pour un lot &gt;2 Cartons = 1x au milieu - tous les deux cartons</li> </ul>
<b>Collage des feuilis composite</b>	Retour du feuil sur les méplats latéraux de l'intercalaire	Retour symétrique	Contrôle visuel continu
	Bords du feuil	Nets et rectilignes	Contrôle visuel continu
	Aspect de la surface du feuil collé	Pas de pli Pas de rupture	Contrôle visuel continu
	Adhérence entre feuil et profilé après 4 jours de réticulation	Pas de rupture entre feuil et profilé	Test d'adhérence selon pr EN 1279-6 annexe F sur un échantillon prélevé par lot.
<b>Perforation</b>	Efficacité des perforations	Test de soufflage ( $\Delta P$ )	1 fois par campagne*
	Régularité des perforations	Contrôle d'aspect (cf. figure 1)	Contrôle visuel continu
<b>Adhésion feuil/mastic de scellement</b>	Essais d'adhésion espaceurs / mastic (échantillons d'adhésion)	0.3Mpa, durée du test 10 min, puis jusqu'à rupture	Test d'adhérence selon EN 1279-6 sur un échantillon prélevé par campagne* amené à rupture au moins une fois par semaine (choisi parmi les différentes largeurs)

\* 1 campagne = 1 container ou jusqu'à 18 cartons (environ 7 heures pour des espaceurs de largeur 16 mm)

**Tableau 2 – Contrôles sur produits finis réalisés sur les espaceurs SWISSPACER ADVANCE et ULTIMATE**

Exemple d'identification	SWISSPACER ADVANCE	0090	00	0
<b>Repérage des éléments de l'identification</b>	(0*)	(1*)	(2*)	(3*)
<b>Informations données par les éléments de l'identification</b>	(0*) SWISSPACER ADVANCE			
	(1*) correspond au numéro chronologique du lot			
	(2*) 00 correspond à la ligne de production des espaceurs SWISSPACER ADVANCE			
(3*) 0 correspond à l'année 2014				

**Tableau 3 – Codification des éléments de l'identification d'un lot**

Lame d'air	Equerres rigides (90°) avec fil métallique	Equerres rigides (90°) en plastique	Equerres rigides (90°) prébutylées	Equerres flexibles	Equerres d'angle pour remplissage Gaz (sans trou)	Equerres d'angle pour remplissage Gaz (avec trou)	Eclisses en plastique	Eclisses en acier
8 mm	131XX08000	131XX08010	n/a	132XX08000	n/a	n/a	1900008010	1900008000
10 mm	131XX10000	131XX10010	135XX10000	132XX10000	133XX10000	134XX10000	1900010010	1900010000
11 mm	131XX11000	131XX11010	n/a	132XX11000	n/a	n/a	1900011010	1900011000
12 mm	131XX12000	131XX12010	135XX12000	132XX12000	133XX12000	134XX12000	1900012010	1900012000
14 mm	131XX14000	131XX14010	135XX14000	132XX14000	133XX14000	134XX14000	1900014010	1900014000
15 mm	131XX15000	131XX15010	135XX15000	132XX15000	n/a	n/a	1900015010	1900015000
16 mm	131XX16000	131XX16010	135XX16000	132XX16000	133XX16000	134XX16000	1900016010	1900016000
18 mm	131XX18000	131XX18010	135XX18000	132XX18000	133XX18000	134XX18000	1900018010	1900018000
20 mm	131XX20000	131XX20010	135XX20000	132XX20000	133XX20000	134XX20000	1900020010	1900020000
22 mm	131XX22000	131XX22010	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1900022000
24 mm	131XX24000	131XX24010	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1900024000
27 mm	131XX27000	131XX27010	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
32 mm	n/a	131XX32010	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
36 mm	n/a	131XX36010	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

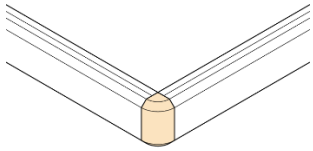
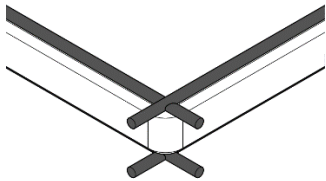
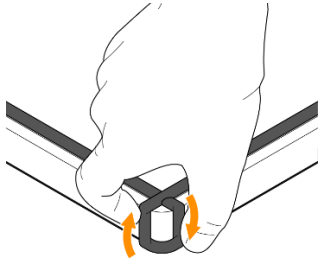
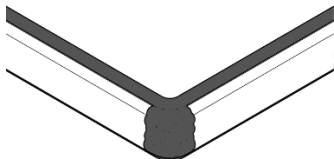
NA = Non Disponible. Les accessoires sont disponibles en différents coloris : gris titan (code couleur XX= 01) ; noir (XX : 02). Dans certains cas, d'autres couleurs sont possibles comme blanc (XX : 03) ; brun clair (XX : 05) ; brun foncé (XX : 06) et gris clair (XX : 17). Le code couleur XX est représenté à l'aide de 2 chiffres respectivement en 4ème et 5ème position du numéro de référence de l'article.

**Tableau 4 – Références articles (équerres et éclisses)**

Lame d'air	ADVANCE en carton sans éclisses	ADVANCE en carton, avec éclisses	ADVANCE en conteneurs, sans éclisses	ADVANCE en conteneurs, avec éclisses	ULTIMATE en carton sans éclisses	ULTIMATE en carton, avec éclisses	ULTIMATE en conteneurs, sans éclisses	ULTIMATE en conteneurs, avec éclisses
8 mm	112XX070X5	112XX072X5	112XX07026	112XX07226	115XX070X5	115XX072X5	115XX07026	115XX07226
10 mm	112XX100X5	112XX102X5	112XX10026	112XX10226	115XX100X5	115XX102X5	115XX10026	115XX10226
11 mm	112XX110X5	112XX112X5	112XX11026	112XX11226	115XX110X5	115XX115X5	115XX11026	115XX11526
12 mm	112XX120X5	112XX122X5	112XX12026	112XX12226	115XX120X5	115XX122X5	115XX12026	115XX12226
14 mm	112XX140X5	112XX142X5	112XX14026	112XX14226	115XX140X5	115XX142X5	115XX14026	115XX14226
15 mm	112XX150X5	112XX152X5	112XX15026	112XX15226	115XX150X5	115XX152X5	115XX15026	115XX15226
16 mm	112XX160X5	112XX162X5	112XX16026	112XX16226	115XX160X5	115XX162X5	115XX16026	115XX16226
18 mm	112XX180X5	112XX182X5	112XX18026	112XX18226	115XX180X5	115XX182X5	115XX18026	115XX18226
20 mm	112XX200X5	112XX202X5	112XX20026	112XX20226	115XX200X5	115XX202X5	115XX20026	115XX20226
22 mm	112XX220X5	112XX221X5	112XX22026	112XX22126	115XX220X5	115XX221X5	115XX22026	115XX22126
24 mm	112XX240X5	112XX241X5	112XX24026	112XX24126	115XX240X5	115XX241X5	115XX24026	115XX24126
27 mm	112XX270X5	n/a	112XX27026	n/a	115XX270X5	n/a	115XX27026	n/a
32 mm	n/a	n/a	n/a	n/a	115XX320X5	n/a	115XX32026	n/a
36 mm	n/a	n/a	n/a	n/a	115XX360X5	n/a	115XX36026	n/a

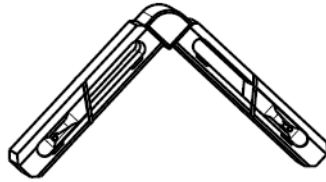
NA = Non Disponible.  
XX représente le code couleur : 01 : Gris titane ; 02 : Noir ; 03 : Blanc ; 04 : Bleu Saphir ; 05 : Brun clair ; 06 : Brun foncé ; 07 : Jaune soufre ; 08 : Vert jaune ; 09 : Vert opale ; 19 : Brun rouge ; 17 : Gris clair.

**Tableau 5 – Références articles (espaceurs SWISSPACER ADVANCE et ULTIMATE)**

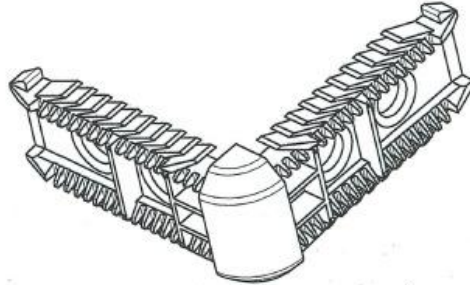
Etape 1		Insérer une équerre
Etape 2		Laisser le cordon de butyle dépasser légèrement
Etape 3		Plier le cordon de butyle et colmater les surfaces libres
Etape 4		Résultat final

**Tableau 6 – Etapes recommandées pour le butylage des équerres**

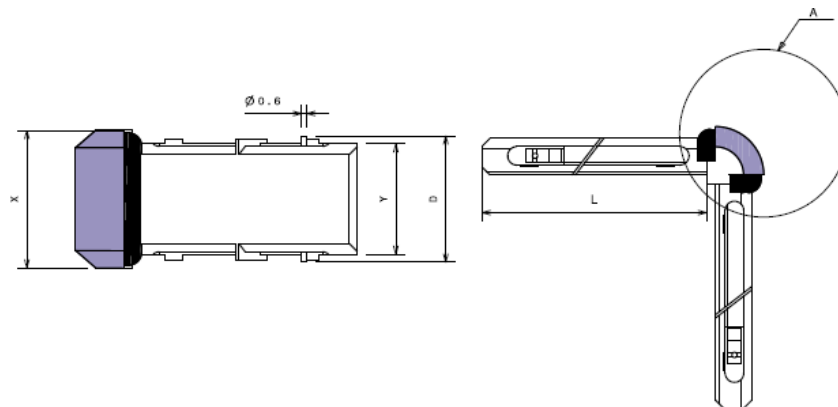
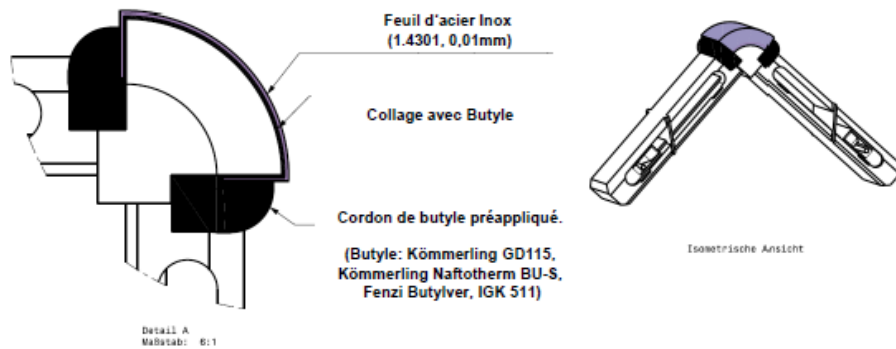




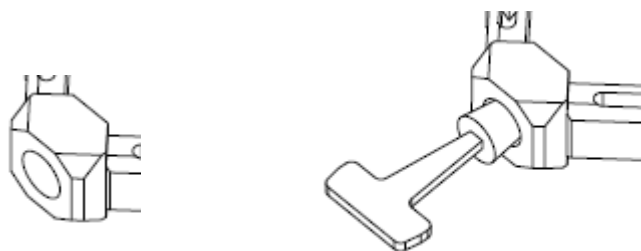
**2 a - Equerre rigide (angle à 90°) avec ailettes avec fil métallique**



**2b – Equerre d’angle rigide en plastique**

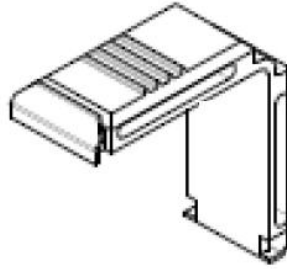


**2c – Equerre d’angle rigide prébutylée**

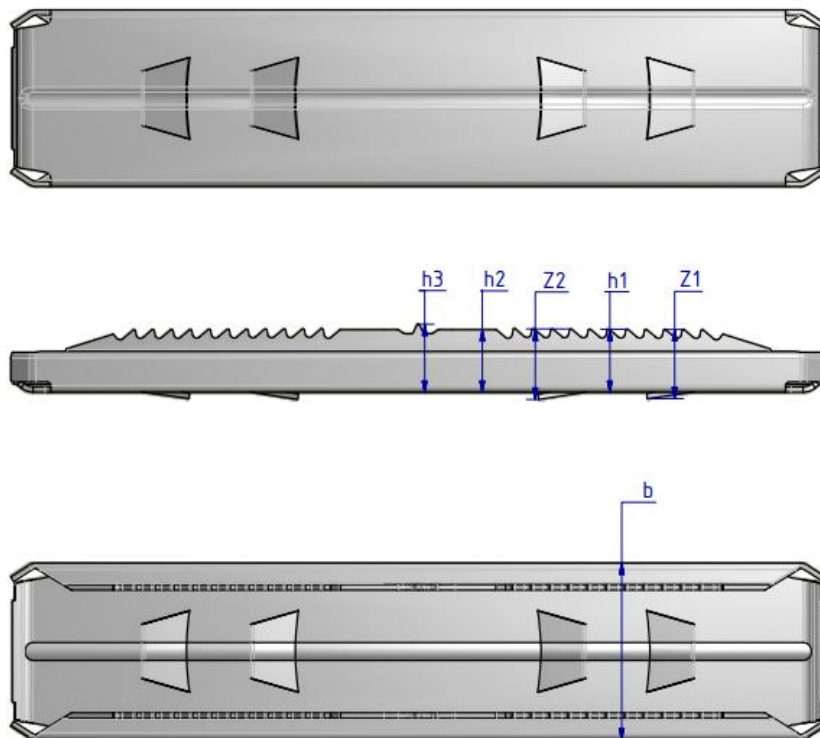


**2d.- Equerre rigide (angle à 90°) avec trou pour remplissage dit manuel en gaz (existe également en version sans trou)**

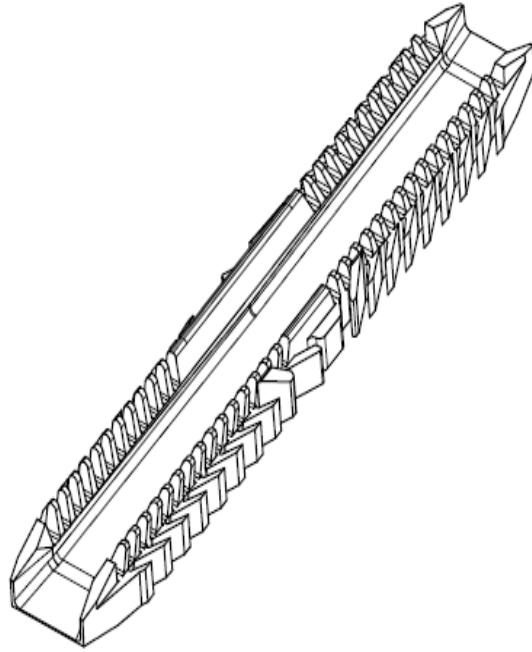
**Figure 2 – Équerres rigides**



**Figure 3 – Équerres flexibles**



**Figure 4 – Connecteurs en acier galvanisé**



**Figure 5 – Connecteur en matière plastique**

# ANNEXE

## Contrôles spécifiques en cours de fabrication sur le site du fabricant de vitrage isolant

Produits ou éléments contrôlés	Contrôle	Méthodes Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
<b>Espaceurs SWISSPACER</b>	Absence de dégradation du feuil composite	Pas de rupture, trou dans le feuil		X	permanent	non
	Qualité de découpe	Pas d'apparition excessive de copeaux, pas d'arrachement du film		X	permanent	non
<b>Cadres assemblés 4 équerres et cadre plié 1 équerre</b>	Etanchéité au niveau des équerres	Bonne application du butyle, ou utilisation d'équerres pré-butylées		X	permanent	non
<b>Cadres pliés</b>	Absence de dégradation du feuil composite (vérification spécifique dans les angles)	Pas de rupture du feuil dans les angles		X	permanent	non
<b>Cadres soudés</b>	Mesure de la longueur de barre coupée	Sur-longueur de 0,5 à 0,8mm	X		Une fois/poste	non
	Juxtaposition des arrêtes	Décalage des espaceurs $0^{+0,5/-0,5mm}$		X	permanent	non
	Cordon de soudure visible sur les trois côtés de l'intercalaire	Présence de matière soudée sur le côté droit et sur le côté gauche + sur le côté supérieur Largeur $\leq 1,3$ mm		X	Une fois/poste	non
	Largeur de l'angle	Sur-épaisseur $< 0,3$ mm	X		Une fois/poste	non
	Aspect côté intérieur de l'angle	Jointage serré, pas d'écart, d'ouverture ou de cassure		X	permanent	non
	Aucun dommage grave du feuillard dû aux sonotrodes	Pas de trous, égratignures, brûlures, pas de soulèvement du feuil		X	permanent	non
	Tenue mécanique de la soudure	Pas de rupture sous une légère pression		X	Une fois/poste	non
<b>Déshydratant</b>	Qualité des perçages	Absence de résidus, pas d'obstruction		X	permanent	non
	Remplissage	Respect des critères du paragraphe 2.8.2.3 En particulier minimum 45g (+/- 10%).	X		permanent	non
<b>Butyl</b>	Positionnement du cordon butyl	Recouvrement par le butyl de la frontière feuil / styrène-acrylonitrile		X	permanent	non
<b>Mastic de scellement</b>	Hauteur sous talon de l'espaceur	3 mm minimum	X		permanent	non