

Valide du **20 avril 2026**

au **30 avril 2028**

Sur le procédé

Swisspacer Ultimate Pro

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
V1	Nouvelle demande de Document Technique d'Application présentée au GS6 le 10 décembre 2025	FAISANT Yann	MARTIN Pierre

Descripteur :

Les vitrages isolants avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro 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 feuillet ayant une fonction de pare vapeur en matériau composite composé d'aluminium et matériau de synthèse avec métallisation aluminium côté scellement. Ces vitrages peuvent également être réalisés avec 3 feuilles de verre plan pour constituer des triples vitrages.

Les espaceurs Swisspacer limitent les transferts de chaleur en agissant comme une rupture de pont thermique en périphérie des vitrages isolants.

Les vitrages isolants avec espaceurs Swisspacer comportent par ailleurs, une barrière d'étanchéité en butyl et un scellement de type polyuréthane ou silicone.

Les cadres espaceurs Swisspacer Ultimate Pro peuvent être pliés à chaud ou réalisés à l'aide d'équerres prébutylées : dans ce dernier cas, ils 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.

Les vitrages avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro sont généralement remplis de gaz argon.

Les vitrages avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro 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	11
2.3.1.	Compositions et dimensions	11
2.3.2.	Vérifications spécifiques	11
2.3.3.	Tolérances de fabrication	13
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	13
2.4.1.	Stockage des vitrages isolants avec espaceurs Swisspacer Ultimate Pro – Manutention, transport	13
2.4.2.	Conditions de mise en œuvre	13
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	15
2.6.	Traitement en fin de vie	15
2.7.	Assistance technique	15
2.8.	Fabrication et contrôles	15
2.8.1.	Fabrication des espaceurs Swisspacer Ultimate Pro	15
2.8.2.	Fabrication des vitrages isolants	16
2.8.3.	Contrôles	18
2.9.	Mention des justificatifs	19
	Résultats expérimentaux	19
2.10.	Tableaux et figures du Dossier Technique	22

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

- Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions des vitrages sont celles données dans la norme NF DTU 39, et 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 Ultimate Pro 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 20 mm pour l'espaceur Swisspacer Ultimate Pro.
- 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 2.3.1). 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 comportent généralement des couches faiblement 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 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 NF P20-650-1 et NF P20-650-2.

1.1.2.2. Vitrages mis en œuvre avec prise en feuillure sur deux ou trois côtés

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

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 Pro 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 Pro 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 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

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.

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

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.

Vitrages mis en œuvre en VEC

La mise en œuvre en VEC est possible (utilisation du mastic silicone précisés dans le dossier technique).

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 Swisspacer Ultimate Pro est à base d'acrylonitrile butadiène styrène (ABS) chargé de fibres de verre et 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 U_g 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 Ψ_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 les valeurs de conductivité thermique suivantes :

- Espaceur Swisspacer Ultimate Pro : acrylonitrile butadiène styrène chargé de fibres de verre, avec feuil composite d'épaisseur comprise entre 38 μm et 47 μm), de conductivité thermique équivalente de 0,135 W/(m.K) correspondant à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,85 mm).

Isolation thermique – Coefficient « ψ équivalent »

La détermination d'un coefficient désigné « Ψ équivalent » (Ψ_{eq}) sur la base des hypothèses suivantes :

- Profilé en U en PVC ($\lambda = 0,17$ 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 ψ_{eq} données dans le tableau suivant. Dans ce tableau, il est également donné les valeurs pour un espaceur aluminium ($e_{paroi} = 0,355$ mm) toutes les autres conditions étant égales par ailleurs.

		Espaceur Swisspacer Ultimate Pro $e_{paroi} = 1,0$ mm	Espaceur Aluminium $e_{paroi} = 0,355$ mm
Valeur de « Ψ_{eq} »	Scellement polyuréthane ou polysulfure	0,082	0,145
	Scellement silicone	0,080	

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 ψ des jonctions menuiseries vitrages.

1.2.1.6. Isolation acoustique

L'équivalence du comportement au regard de l'isolation acoustique des vitrages Swisspacer 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, 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 FDES (Fiches Déclarations Environnementales et Sanitaires) vérifiées par tierce partie indépendante pour certains vitrages avec espaceurs SWISSPACER. Il est rappelé que ces FDES 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 par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne) sont propres à assurer la constance de qualité des espaceurs Swisspacer Ultimate Pro. 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 Pro 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 avec les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro selon les modalités précisées dans le dossier technique et dans l'Avis.

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 process de fabrication des vitrages isolants avec espaceurs Swisspacer Ultimate Pro, nécessite le respect de dispositions spécifiques, de manière en particulier à ne pas générer de dégradation du feuillet.

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

Industriesstrasse 8

8574 Lengwil

SUISSE

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

Les vitrages avec espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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 Ultimate Pro™ suivie du numéro de lot : Cf. tableau 3 du §2.10 .

Par ailleurs pour les vitrages du réseau « GLASSOLUTIONS », l'identification relative à l'utilisation des espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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 avec la codification afférente au vitrage.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages isolants avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro 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, adhérant à un feuil composite constitué 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.

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE PRO sont extrudés par la société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne).

Les vitrages isolants avec les différents espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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 Ultimate Pro 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 prébutylées.
- Soit soudés dans les angles par ultra-sons.

Ils comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement.

Les vitrages avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro 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 Pro 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 Pro 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 Pro peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame d'air/gaz.

Les vitrages isolants avec les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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 Pro 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 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 émarginées ou non côté scellement.
- Vitrages à couches émarginées ou non émarginées côté scellement. Les vitrages avec couches émarginées 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 ULTIMATE PRO

Les espaceurs SWISSPACER ULTIMATE PRO 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 SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne).

Une représentation des espaceurs Swisspacer Ultimate Pro est donnée sur la figure 1.

Les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro comportent côté lame d'air/gaz une rainure médiane comportant des orifices de mise en communication (avec l'intérieur des espaceurs) : ces orifices d'environ de 2 mm de longueur, situés sur la rainure médiane, sont distants d'environ tous les 25 mm.

Le corps du profilé est identifiable par les caractéristiques suivantes :

- Matière : acrylonitrile butadiène styrène 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 25.10-6.K-1.

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

Ce feuil est un élément multicouche composite (en matériau de synthèse) désigné « High Tech Gas Barrier Foil » (code article : ST5900xx (xx : largeur profilé)), d'une épaisseur comprise entre 38 µm et 47 µm.

Pour les caractéristiques thermiques des espaceurs Swisspacer Ultimate Pro, il sera pris en compte une conductivité thermique équivalente de 0,135 W/(m.K) correspondante à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,85 mm).

La largeur de la bande constituée par le feuil est égale à celle de l'espaceur augmentée de 8 mm.

Les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro sont perforés côté lame d'air (tous les 25 mm environ).

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

Les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro sont réalisés en coloris de ton noir selon le tableau suivant :

Coloris de l'espaceur Swisspacer Ultimate Pro	Equivalence par rapport au Nuancier de couleur RAL Classic
Noir	RAL 9005

La teinte est obtenue en mélangeant à la matière de base, un mélange-maître colorant dans des proportions spécifiques. Les dimensions et tolérances relatives aux profilés Swisspacer Ultimate Pro sont données dans le tableau 1 du §2.10 .

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 Ultimate Pro, les masses moyennes indicatives de l'espaceur vide sont données dans le tableau suivant:

Masse indicative de l'espaceur vide ($\pm 10\%$)								
Epaisseur lame	10	12	13	14	15	16	18	20
Masse en g/m	28	35	38	40	43	46	51	53

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

Masse indicative théorique du tamis moléculaire ($\pm 10\%$)								
Epaisseur lame	10	12	13	14	15	16	18	20
Masse en g/m	24	32	35	39	43	46	54	61

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

2.2.2.4. Équerre d'angle prébutylée

Elle comporte un feuillet en acier inoxydable collé par le butyl sur la face extérieure de l'équerre. Par ailleurs, cette équerre comporte un plot de butyle pour les liaisons avec les espaceurs. Elle est constituée de polyamide chargé de fibres de verre et est fournie par VETROTECH SAINT-GOBAIN INTERNATIONAL ou par la société S&T.

Les références sont précisées dans le tableau 4 du §2.10 .

Elles sont représentées sur la figure 2.

2.2.2.5. Eclisses en matière plastique

En standard les éclisses sont réalisées en matière plastique (PA6 GF). 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 3.

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 (polyisobutylène)

Il est utilisé préférentiellement les produits suivants :

- Le butyl IGK 511 de IGK.
- 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 :

- Polysulfure : GD 116NA (KÖMMERLING) et NAFTOTHERM M82-935 (KÖMMERLING);
- Polyuréthane: IGK 130 (IGK) et TREMCO JS 442 MF HV (TREMCO);
- Silicone: DOW CORNING DOWSIL 3362 (DOW).

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, de nature polysulfure, polyuréthane ou silicone, et qui seront 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 10 mm, 12 mm, 13 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 18 mm et 20 mm.

Il est possible d'assembler en vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER, 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 Pro 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 20 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, 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/m².
- Coefficient d'échange superficiel intérieur : hci = 3.6 W/(m².K).
- Coefficient d'échange superficiel extérieur : hce = 8 W/(m².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 Pro 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 6 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 Pro 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,

ℓ = la plus petite dimension en mètre du vitrage

σ_{des} = contrainte admissible en traction en MPa

β 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 β 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 : + 1,0 mm – 0,5 mm.
- $e > 20$ mm : + 0,5 mm – 0,8 mm.

Les tolérances de fabrication sur les épaisseurs totales des doubles vitrages dans le cas de joints de scellement thermofusible sont (cas de composants monolithiques) :

- $e \leq 20$ mm : + 0,5 mm – 0,5 mm.
- $e > 20$ mm : + 0,5 mm – 0,8 mm.

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 espaceurs 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 Pro – Manutention, transport

En attendant leur mise en œuvre, les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs Swisspacer 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.

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 calfeutrements d'étanchéité au regard du système de scellement, devra être vérifiée.

Les vitrages isolants avec espaceurs SWISSPACER 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 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 Pro mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés

Les vitrages isolants avec espaceur Swisspacer 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 Pro 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 6 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 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 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 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. Les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro ne peuvent être réutilisés ou recyclés, ils doivent être traités comme des déchets ordinaires.

2.7. Assistance technique

Une équipe technique est à disposition des clients de Swisspacer, à l'adresse 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 Pro

Ces espaceurs sont fabriqués par la société VETROTECH SAINT GOBAIN INTERNATIONAL par la société SAINT-GOBAIN INNOVATIVE MATERIALS POLSKA située à Gliwice (Pologne).

La matière de base (l'acrylonitrile butadiène styrène 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 feuillet 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 d'espaceurs disposées en couches dans un container de stockage/transport.

2.8.1.1. Lot, conditionnement et identification

Un lot correspond à la répartition puis à l'empilage régulier de bottes d'espaceurs (1 botte = 12 barres d'espaceurs de 5,10m ou de 6m de longueur, rassemblées à plat sur un côté latéral) disposées dans un conditionnement qui peut être :

- Soit 1 unique conteneur en acier galvanisé d'une section d'environ 0,5m x 0,8m rassemblant des paquets d'espaceurs de 6 m de longueur. Ils sont par ailleurs emballés dans une feuille en polyéthylène pour la protection contre la poussière.
- ou bien, soient exactement 18 cartons de section de 110mm x 180mm.

La codification des éléments de l'identification d'un lot est précisée dans le tableau 5 du §2.10 .

Les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro sont conditionnés :

- Soit en carton de section 210 mm x 180 mm.
- Soit en container en acier galvanisé d'une section d'environ 0,5 m x 0,8 m.

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.

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

- le nom « SWISSPACER » et la lettre « U PRO » à proximité du code-barre du colis,
- le nom de l'espaceur : « ULTIMATE PRO » suivie de « la largeur » de l'espaceur (en mm),
- la couleur de l'espaceur : « NOIR »,
- la longueur totale des espaceurs contenus dans le conditionnement,
- le code article suivi du numéro de lot unique,
- le nom et l'adresse du titulaire du DTA et avec immédiatement, en dessous, le nom et l'adresse du site de fabrication,
- la mention « FRONT » qui est présent sur une des étiquettes : du fait de sa localisation au niveau du colis, elle renseigne l'ordre de rangement de l'espaceur dans le colis qui est alors identique au sens du flux continu de production de l'espaceur.

2.8.2. Fabrication des vitrages isolants

La fabrication des vitrages isolants avec espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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 Pro.
- Que le pressage soit réglé pour avoir un parallélisme optimal des faces des vitrages finis.
- Que dans le cas de pliage le feuillet 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 Pro 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 plastique 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 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 avec des équerres pré-butylées.

2.8.2.2.2. Cas particulier des vitrages avec cadre plié

Les différents espaceurs Swisspacer Ultimate Pro lorsqu'ils sont pliés ne présentent que des bords rectilignes et sont rectangulaires.

Les espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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°C) dans la zone à plier. La plieuse relève ensuite le profilé de la valeur de l'angle souhaité, soit 90° .

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 feuillet 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 au cours de la fabrication.

2.8.2.2.3. Cas particulier des vitrages avec cadres espaceurs cintrés

Le cintrage du profilé se fait sur gabarit pour une température comprise entre 110°C et 140°C et une durée d'environ de 2 à 5min. L'espaceur a été préalablement chauffé 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 fonction de la largeur de l'espaceur et peut-être défini comme suit :

Profil d'espaceur	Rayon de courbure minimum (dans le plan du vitrage isolant)
12mm	125mm
16mm	150mm
20mm	300mm

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 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 peuvent être assemblés par une soudure à ultrasons à l'aide d'une machine spécifique équipée de fers sonotrodes pouvant traiter les 4 angles. Ces robots de soudage peuvent réaliser des soudages à 45° ou à 90° ou à 180° selon le paramétrage, sont proposés et développés par Rottler und Rüdiger und Partner GmbH.

Dans un premier temps les barres d'espaceur sont préparées soit manuellement, soit dans une machine de coupe spécifique : elles sont découpées avec une fraise à 45° et reçoivent un marquage le cas échéant. Elles sont en général, jumelées avec un distributeur d'équerre à 90° qui va pouvoir en une seconde étape automatisée, insérer une cornière à 90° à une des extrémités de l'espaceur.

Les barres préparées avec emboîtement des équerres sont placées dans la machine de soudage qui va assembler les 4 barres et les souder aux 4 angles par ultrasons : les cadres soudés peuvent être carré ou rectangulaire.

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, l'attention doit être portée sur la bonne qualité de coupe (pas d'apparition excessive de copeaux, d'arrachement du film) et un changement régulier de la fraise et des mors doivent être prévu en fonction des quantités à traiter.

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 de la bonne position des barres soudées : en effet, il est important que les deux arêtes fraisées soient parfaitement 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 feuil) ou sur la face intérieure du cadre, celui-ci doit être rebuté).
- Contrôle visuel de la qualité du soudage à chaque angle et en partie linéaire, dans le cas d'un assemblage complémentaire en présence d'un connecteur linéaire.

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.

Lorsque les angles du cadre sont soudés, il y a remplissage systématique en déshydratant des quatre côtés du cadre selon les règles de remplissage du §2.8.2.3.1 ci-après.

2.8.2.3. Remplissage en déshydratant

2.8.2.3.1. Règles de remplissage

Dans le cas où les cadres sont assemblés avec des équerres prébutylées et dans le cas des cadres pliés, le remplissage s'effectue sur deux côtés adjacents ou sur deux côtés longs avec un remplissage complet jusqu'au trou de remplissage et un **remplissage minimum de 45g (+/- 10%)**.

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

	Longueur de remplissage indicative* en mm (somme des côtés remplis en déshydratant) pour un remplissage 45 gr (+/-10%)							
Largeur d'espaceur	10	12	13	14	15	16	18	20
Longueur indicative	1839	1417	1272	1153	1055	972	840	740

* 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**.

Dans le cas de cadre soudé, le cadre doit être rempli **sur les quatre côtés**.

Lorsque les cadres sont assemblés avec des équerres, il convient d'utiliser des équerres pré-butylées.

Les valeurs de références indicatives du tamis moléculaire en gr par mètre (somme des côtés remplis en déshydratant) par largeurs d'espaces 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 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.
- 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 Pro.

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

2.8.3.1.1. Matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs

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 Pro 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 Pro, sur chaque lot de feuil composite.

2.8.3.1.2. Contrôles sur la ligne de fabrication des espaceurs

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 Pro 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 feuillet 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

Les différents contrôles sont récapitulés dans le tableau 2 du §2.10 .

Chaque livraison d'espaceurs Swisspacer Ultimate Pro 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 Pro »

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 Pro (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°C à 24h, - 35°C à 48h et - 45°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°C.

2.9. Mention des justificatifs

Résultats expérimentaux

- Essais de retrait chaud (60°C, 70°C et 80°C) pendant une heure d'une série d'espaceurs Swisspacer Ultimate Pro (largeur 16mm). (Rapport d'essais DBV-22-12991 du 23-03-2023).
- Essais d'exposition sous cycles de température (168 cycles de climat variable selon NF P 78-451) d'une série d'espaceurs Swisspacer Ultimate Pro (largeur 16mm). Rapport d'essais DBV-22-11367 du 20-03-2023.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL (Pvi 131vi01) sur vitrages isolants 6.16.6 (verre Planitherm XN 6mm) avec remplissage Argon (th. 100%), de surface 500 mm x 700 mm avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (16mm), cadre plié avec remplissage sur 2 côtés adjacents de tamis moléculaire (50g/cadre) réf. : ZB103 de ZONEBAO MOLECULAR SIEVE et avec éclisse métallique de la société E.K., étanchéité avec Butyl réf. GD115 de Kömmerling et mastic polyuréthane réf. : JS442 MF HV de la société TREMCO. Rapport d'essais DBV-22-13849 du 03-04-2023.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL (Pvi 131vi01) sur vitrages isolants 4.16.4 (verre à couche Iplus 1.1 de AGC) avec remplissage Argon (th. 100%), de surface 500 mm x 350 mm avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (16mm), 4 équerres polyamide butylées de la société S&T avec remplissage sur 4 côtés de tamis moléculaire réf. : Phonosorb 551 de la société Grace, étanchéité avec Butyl réf. Naftotherm BU S de Kömmerling et mastic polyuréthane réf. : IGK 130 de la société IGK. Rapport d'essais DBV-23-18594 du 18-06-2024.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL (Pvi 131vi01) sur vitrages isolants 4.16.4 (verre à couche Iplus 1.1 de AGC) avec remplissage Argon (th. 100%), de surface 500 mm x 350 mm avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (16mm), 4 équerres polyamide de la société S&T avec remplissage sur 4 côtés de tamis moléculaire réf. : Phonosorb 551 de la société Grace, étanchéité avec Butyl réf. Naftotherm BU S de Kömmerling et mastic silicone bicomposant réf. : Dowsil 3362 de la société DOW EUROPE. Rapport d'essais DBV-23-18596 du 18-06-2024.
- Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'intercalaires SGG Swisspacer Ultimate Pro 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 : coloris noir RAL9005 (Rapport d'essais DBV-M-25-48150 du 1^{er} octobre 2025).
- Identification, caractérisation et traçabilité du matériau thermoplastique base ABS de l'espaceur Swisspacer Ultimate Pro à l'état initial : coloris noir RAL9005 (Rapport d'essais DBV-G-25-46667 du 5 mars 2025).
- Détermination du coefficient désigné « Ψ équivalent » de l'espaceur Swisspacer Ultimate Pro. Rapport d'étude thermique n°DBV-M-22-13722 du 12 mai 2025.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL (Pvi 131vi01) sur vitrages isolants 5/16/6 (Low-E sur face Planiclear 6mm de St-Gobain) avec remplissage Argon (th. 100%), de surface 500 mm x 700 mm avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (16mm), 4 équerres polyamide pré-butylées de la société S&T, et avec remplissage sur 2 côtés de tamis moléculaire réf. : Phonosorb 551 de la société Grace, étanchéité avec Butyle réf. JS680 de la société TREMCO et mastic polyuréthane bicomposant réf. : JS 442 MF HV de la société TREMCO. Rapport d'essais DBV-G-25-45692/C du 26-09-2025.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec UV selon procédure CEKAL (Pvi 131vi01) sur vitrages isolants 4/16/4 (Low-E sur face Planiclear 4mm de St-Gobain) avec remplissage Argon (th. 100%), de surface 350 mm x 500 mm avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (16mm), avec soudage aux 4 angles avec équerre de positionnement et avec remplissage sur 4 côtés de tamis moléculaire réf. : Phonosorb 551 de la société Grace, étanchéité avec Butyle réf. JS680 de la société TREMCO et mastic de scellement polyuréthane bicomposant réf. : IGK 130 de la société TREMCO. Rapport d'essais DBV-G-25-55115/B du 09-02-2026.

- k) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4), avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 sur 4 côtés (coins assemblés avec équerres rigides de chez S&T), étanchéité polyisobutylène Butylver, joint de scellement Dowsil 3363 (base Silicone), remplissage gaz Argon 93% (1038mbar ; altitude 420m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-02 du 18-04-2023).
- l) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4), avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 sur 4 côtés (coins assemblés avec équerres rigides de chez S&T), étanchéité polyisobutylène Butylver, joint de scellement Dowsil 3363 (base Silicone), remplissage gaz Argon 93% (1038mbar ; altitude 420m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-01 du 03-08-2023).
- m) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 (44,3g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène Butylver, joint de scellement Koemmerling GD 677 NA (base polyurethane), remplissage gaz Argon 93% (1025mbar ; altitude 350m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-16 du 29-07-2024).
- n) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Eco in (44,8g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Tenachem Tenaglass PU (base polyurethane), remplissage gaz Argon 96,5% (1023mbar ; altitude 146m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-10 du 31-05-2024).
- o) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Eco in (44,8g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Tenachem Tenaglass PU (base polyurethane), remplissage gaz Argon 96,5% (1023mbar ; altitude 146m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-09 du 03-06-2024).
- p) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par l'IFT Rosenheim sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec étanchéité polyisobutylène JS 680 de Tremco, joint de scellement IGK 130 de IGK GmbH (base polyurethane) équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 21-002053-PR10 du 08-07-2022).
- q) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4), avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 sur 4 côtés (coins assemblés avec équerres rigides butylés de chez S&T), étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver, joint de scellement Kömmerling GD677NA (base polyurethane), remplissage gaz Argon 90% (1018mbar ; altitude 397m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 8927516-03 rev01 du 11-05-2022).
- r) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par l'IFT Rosenheim sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4), avec étanchéité polyisobutylène JS 680 de Tremco, joint de scellement Kömmerling GD677NA Plus (base polyurethane), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 18-000511-PR09 du 31-08-2022).
- s) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Eco in (44,8g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Tenachem Tenaglass PU (base polyurethane), remplissage gaz Argon 95,4% (1023mbar ; altitude 146m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-08 du 31-05-2024).
- t) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Eco in (44,8g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Tenachem Tenaglass PU (base polyurethane), remplissage gaz Argon 95,4% (1023mbar ; altitude 146m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-07 du 03-06-2024).
- u) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Eco in (44,8g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène JS 680 de Tremco, joint de scellement Tremco JS442 MF (base polyurethane), remplissage gaz Argon 95% (1025mbar ; altitude 280m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-20 du 20-08-2024).
- v) Rapport d'essais selon EN 1279-2 réalisé par TUV Rheinland sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 20mm (4/12/4), avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 (45,5g) sur 4 côtés (coins pliés avec connecteur linéaire de chez CERA), étanchéité polyisobutylène JS 680 de Tremco, joint de scellement Tremco JS442 MF (base polyurethane), remplissage gaz Argon 95% (1025mbar ; altitude 280m), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 89222473-19 du 20-08-2024).
- w) Rapports d'essais selon EN 1279-3 et selon EN 1279-2 réalisés par l'IFT Rosenheim sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4), avec étanchéité polyisobutylène JS 680 de Tremco, joint de scellement IGK 130 de IGK GmbH (base polyurethane), équipés avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro (Rapport d'essais 21-002053-PR11 du 25-10-2022).
- x) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par le TÜV Rheinland Nederland B.V. sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4 Planiclear) équipé avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 sur 4 côtés avec 4 équerres butylées de chez S&T, étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver, joint de scellement Fenzi Thiover (base polysulfure bi-composants) et remplissage gaz Argon 90% (1018hbar ; altitude 397m). (Rapport d'essais 89217516-02 rev01 du 11-05-2022).
- y) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par le TÜV Rheinland Nederland B.V. sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4 Planiclear) équipé avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro avec remplissage de tamis moléculaire Grace Phonosorb 551 sur 4 côtés avec 4 équerres butylées de chez S&T, étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver, joint de scellement Fenzi Thiover (base polysulfure bi-composants) et remplissage gaz Argon 90% (1018hbar ; altitude 397m). (Rapport d'essais 89217516-01 rev01 du 11-05-2022).
- z) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par l'IFT Rosenheim sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4) équipé avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro, étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Fenzi GD 116 NA (base polysulfure bi-composants). (Rapport d'essais 21-004671-PR02 du 17-08-2022).

aa) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par l' IFT Rosenheim sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4) équipé avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro, étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Kömmerling M82-935 (base polysulfure bi-composants). (Rapport d'essais 18-000511-PR10 du 27-10-2022).

ab) Rapport d'essais selon EN 1279-3 réalisé par l' IFT Rosenheim sur vitrage isolant d'épaisseur totale de 24mm (4/16/4) équipé avec espaceur Swisspacer Ultimate Pro, étanchéité polyisobutylène Fenzi Butylver GB, joint de scellement Fenzi Thiover F1 W (base polysulfure bi-composants). (Rapport d'essais 18-000511-PR02 du 21-03-2022).

2.10. Tableaux et figures du Dossier Technique

Type du profil	Largeur totale (sans le feuil) a mm	Hauteur totale (sans le feuil) b mm	Largeur utile (pour dessicant) c mm	Hauteur utile (pour dessicant) d mm	Epaisseur (parois) e ₁ , e ₂ , e ₃ mm	Epaisseur (feuil inclus) e ₄ mm	Largeur totale (feuil inclus) g mm
Tolérances :	± 0,10	+0,25 -0,10	± 0,30	± 0,30	± 0,10	+0,25 -0,05	± 0,15
10	9,30	6,85	7,30	4,85	1,00	1,00	9,45
12	11,30	6,85	9,30	4,85	1,00	1,00	11,45
13	12,30	6,85	10,30	4,85	1,00	1,00	12,45
14	13,30	6,85	11,30	4,85	1,00	1,00	13,45
15	14,30	6,85	12,30	4,85	1,00	1,00	14,45
16	15,30	6,85	13,30	4,85	1,00	1,00	15,45
18	17,30	6,85	15,30	4,85	1,00	1,00	17,45
20	19,30	6,85	17,30	4,85	1,00	1,00	19,45

Tableau 1 – Caractéristiques dimensionnelles des espaceurs Swisspacer Ultimate Pro (voir figure 1)

Type de contrôle	Paramètres	Exigences et tolérances	Méthode et fréquence
Aspect	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
Découpe	Qualité coupe	Coupe nette	Contrôle visuel continu
	Écaillés et fissures	Absence	Contrôle visuel continu
Dimensions du profilé	Contrôles dimensionnels	cf. tableau 1	<ul style="list-style-type: none"> Cas d'un container : Pour un lot, si PL=nombre de couches /8, PL = intervalle des couches du container à contrôler. 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 >2 Cartons = 1x au milieu - tous les deux cartons
Collage des feuil composite	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.
Perforation	Efficacité des perforations	Test de soufflage (ΔP)	1 fois par campagne*
	Régularité des perforations	Contrôle d'aspect (cf. figure 1)	Contrôle visuel continu
Adhésion feuil/mastic de scellement	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 Ultimate Pro

Exemple d'identification	Swispacer Ultimate Pro™	0020	02	Z
Repérage des éléments de l'identification	Texte (0*)	4 chiffres (1*)	4 chiffres (2*)	1 lettre (3*)
Informations données par les éléments de l'identification	(0*) désignation de l'espaceur (1*) correspond à un numéro chronologique de lot (incrémentation)			
	(2*) 02 correspond au numéro de la ligne de production des espaceurs			
	(3*) Z correspond à l'année 2025			

Tableau 3 – Identification d'un lot (marquage sur espaceur)

Lame d'air	Equerre rigide (90°) prébutylée	Eclisses en plastique
10 mm	135XX10000	S1900010010
12 mm	135XX12000	S1900012010
13 mm	135XX13000	S1900011010
14 mm	135XX14000	S1900014010
15 mm	135XX15000	S1900015010
16 mm	135XX16000	S1900016010
18 mm	135XX18000	S1900018010
20 mm	135XX20000	S1900020010

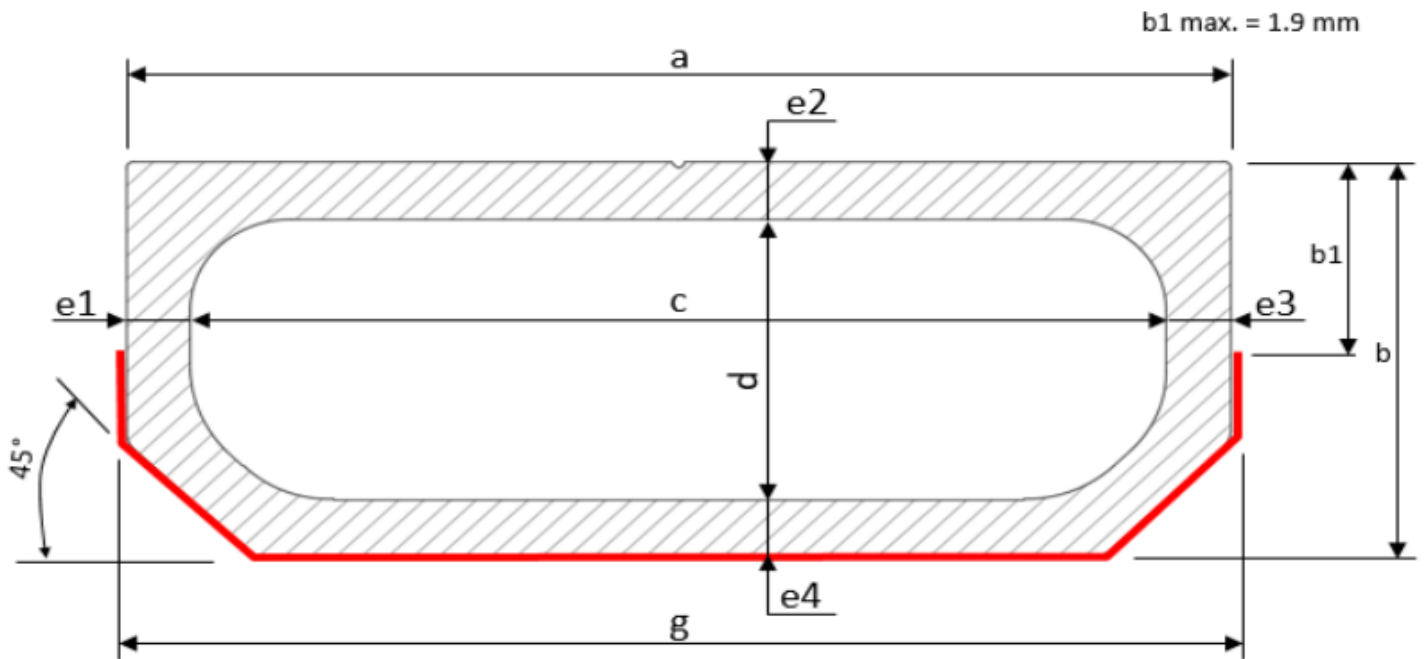
Tableau 4 – Références articles pour espaceur Swisspacer Ultimate Pro (équerrés et éclisses)

Lame d'air	Swispacer Ultimate Pro en carton sans eclisses	Swispacer Ultimate Pro en carton, avec eclisses	Swispacer Ultimate Pro en conteneurs, sans eclisses	Swispacer Ultimate Pro en conteneurs, avec eclisses
10 mm	S315XX10055	S315XX10255	S315XX10026	S315XX10226
12 mm	S315XX12055	S315XX12255	S315XX12026	S315XX12226
13mm	S315XX13055	S315XX13255	S315XX13026	S315XX13226
14 mm	S315XX14055	S315XX14255	S315XX14026	S315XX14226
15 mm	S315XX15055	S315XX15255	S315XX15026	S315XX15226
16 mm	S315XX16055	S315XX16255	S315XX16026	S315XX16226
18 mm	S315XX18055	S315XX18255	S315XX18026	S315XX18226
20 mm	S315XX20055	S315XX20255	S315XX20026	S315XX20226

XX représente le code couleur : « 02 » pour le coloris « Noir »

Tableau 5 – Références articles (espaceurs Swisspacer Ultimate Pro)

a) Coupe espaceur Swisspacer Ultimate Pro (la valeur de b_1 est au maximum de 2.9 mm)



b) Emplacement des perforations (côté lame d'air)

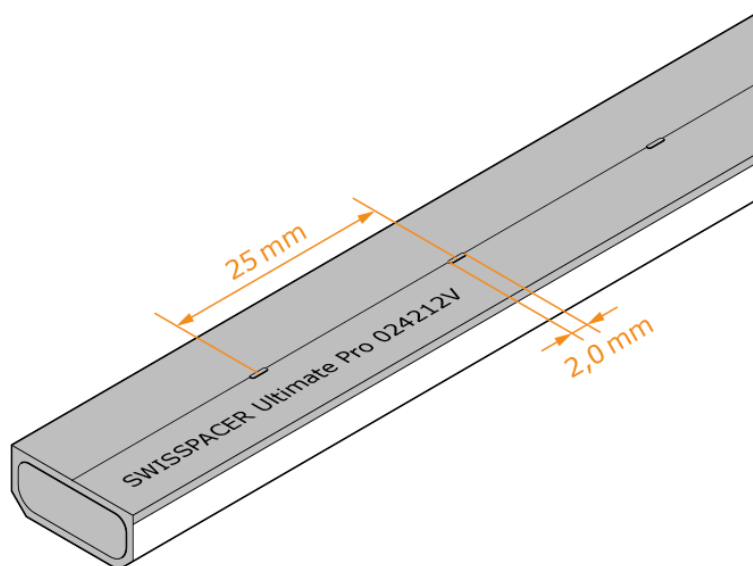


Figure 1 –Espaceur Swisspacer Ultimate Pro (voir tableau 1)

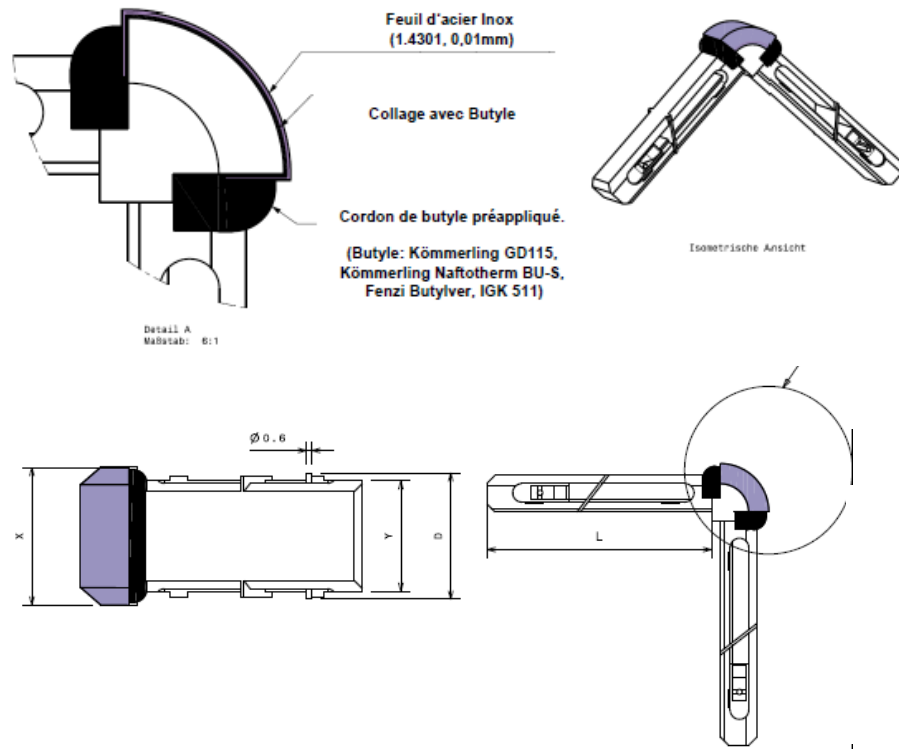


Figure 2 – Équerre d'angle rigide prébutylée

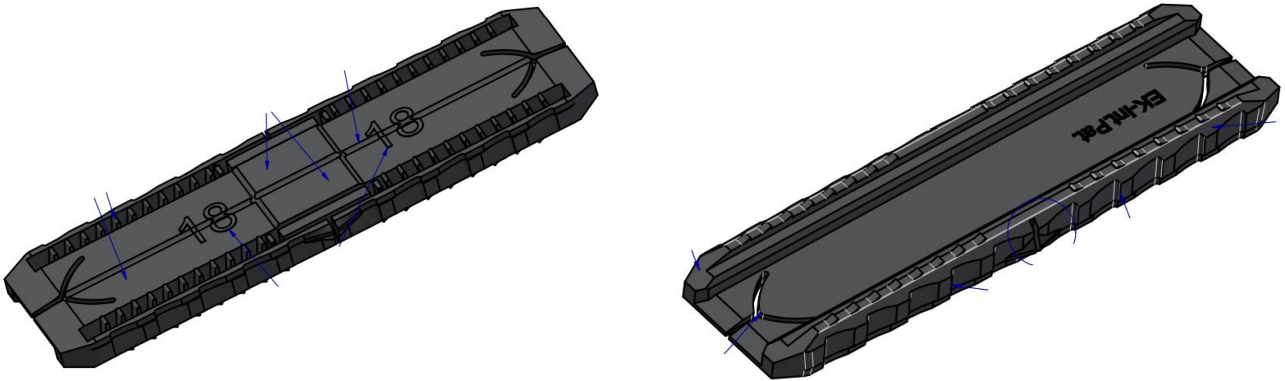


Figure 3 – Connecteur en matière plastique Swisspacer Ultimate Pro

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
Espaceurs SWISSPACER	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
Cadres assemblés 4 équerres et cadre plié 1 équerre	Etanchéité au niveau des équerres	Bonne application du butyle, ou utilisation d'équerres pré-butylées		X	permanent	non
Cadres pliés	Absence de dégradation du feuil composite (vérification spécifique dans les angles)	Pas de rupture du feuil dans les angles		X	permanent	non
Cadres soudés	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
Déshydratant	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
Butyl	Positionnement du cordon butyl	Recouvrement par le butyl de la frontière feuil / styrène-acrylonitrile		X	permanent	non
Mastic de scellement	Hauteur sous talon de l'espaceur	3 mm minimum	X		permanent	non