

Sur le procédé

CHROMATECH ULTRA F2

Famille de produit/Procédé : Vitrage isolant

Titulaire(s) : Société ALU PRO

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 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 6/16-2347_V1. Cette version intègre les modifications principales suivantes : mise à jour des mastics de scellement.	FAISANT Yann	MARTIN Pierre

Descripteur :

Les vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2 sont constitués de deux feuilles de verre plan, séparées à la périphérie par un système de scellement dont l'espaceur également désigné CHROMATECH ULTRA F2, est à base de polypropylène (PP) pour la face située côté lame d'air/gaz et en recouvrement avec un feuil en acier inoxydable sur les parois latérales. Par ailleurs, la paroi côté scellement est constituée par le feuil en acier inoxydable seul (prolongement du feuil situé sur les parois latérales).

Ces espaceurs sont de couleur avec les tons suivants : - Coloris blanc (RAL 9016) ; - Coloris gris clair (RAL 7035) ; - Coloris gris foncé (RAL 7040) ; - Coloris marron clair (RAL 8003) ; - Coloris marron foncé (RAL 8016) ; - Coloris noir (RAL 9004).

Ces espaceurs peuvent comporter sur les rives latérales une impression d'encre de couleur noire d'une hauteur de 1.5 mm maximum et sur la partie en acier inoxydable située côté lame d'air/gaz. Ces espaceurs sont réalisés par la société ALU-PRO (Italie).

Les vitrages CHROMATECH ULTRA F2 comportent par ailleurs, une barrière d'étanchéité en butyl, et un scellement de type polyuréthane, polysulfure ou silicone. Ces vitrages peuvent également être réalisés avec 3 feuilles de verre plan pour constituer des triples vitrages avec prise en feuillure sur 4 côtés. Ces vitrages peuvent être mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 2 côtés ou en VEC dans le cas de scellement silicone.

Les cadres espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont soit pliés, soit réalisés avec des équerres butylées sur les angles. Les vitrages CHROMATECH ULTRA F2 sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en polygone simple de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés). Ces vitrages sont généralement remplis de gaz (scellement polyuréthane, polysulfure ou silicone).

Le système de vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2 permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique. Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 correspondant à des lames d'air/gaz de 8 mm à 24 mm d'épaisseur nominale.

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	6
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	14
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	14
2.3.2.	Vérifications spécifiques	14
2.3.3.	Tolérances de fabrication	16
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	16
2.4.1.	Stockage des vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 – Manutention, transport.....	16
2.4.2.	Marquage	16
2.4.3.	Conditions de mise en œuvre	16
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	18
2.6.	Traitement en fin de vie	18
2.7.	Assistante technique.....	18
2.8.	Fabrication et contrôles.....	18
2.8.1.	Fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2	18
2.8.2.	Fabrication des vitrages isolants.....	19
2.8.3.	Contrôles.....	20
2.9.	Mention des justificatifs	21
2.9.1.	Résultats expérimentaux	21
2.9.2.	Références chantiers.....	21
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 CHROMATECH ULTRA F2 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 paragraphe 2.3 du dossier technique.
- Les vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont utilisables dans le châssis de rigidité minimale, tel que défini dans le document FD DTU 36-5 P3.
- L'épaisseur de la lame d'air/gaz est inférieure ou égale à 24 mm.
- Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA F2 peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame de gaz.
- Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA F2 peuvent également comporter des couches émargées ou non côté scellement.
- Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA F2 peuvent être réalisés avec une lame de gaz remplie avec de l'argon (scellement polyuréthane, polysulfure ou silicone).
- Les modalités relatives à l'utilisation de vitrage 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 côtés.

Il est dans ce cas utilisé l'un des mastics silicone précisé au paragraphe 2.2.2.8 du Dossier Technique que cela soit en double vitrages ou en triple vitrages.

Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions sont précisées aux paragraphes 2.3 « Dispositions de conception » et 2.4 « Dispositions de mise en œuvre » du dossier technique.

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

1.1.2.3. Vitrages mis en œuvre en VEC

Il est également dans ce cas utilisé l'un des mastics silicone précisé au paragraphe 2.2.2.8 du Dossier Technique que cela soit en double vitrages ou en triple vitrages.

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

Le dimensionnement et les vérifications relatives aux vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2, 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 CHROMATECH ULTRA F2, doivent être 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 CHROMATECH ULTRA F2 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.

2. 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 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 dont l'espaceur comporte une face côté lame d'air/gaz en polypropylène avec retours latéraux et les trois autres parois en acier inoxydable 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 CHROMATECH ULTRA F2 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.

Les modalités de prises en compte des émissivités sont précisées au paragraphe 2.3 des règles Th-U fascicule 3 liées à la RT 2012.

Le calcul des coefficients ψ_g devra être réalisé conformément au paragraphe 2.11 des règles Th-Bat édition 2017. Il sera pris en compte les conductivités thermiques suivantes :

- Pour le matériau thermoplastique à base polypropylène constituant les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 : 0,25 W/(m.K).
- Pour l'acier inoxydable constituant le feuil métallique des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 : 15 W/(m.K).
- Pour les mastics de type polyuréthane ou polysulfure : 0,4 W/(m.K).
- Pour les mastics silicone : 0.35 W/(m.K).

Isolation thermique – Coefficient « ψ équivalent »

La détermination d'un coefficient désigné « ψ , 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 ψ_{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 « ψ_{eq} »	
	CHROMATECH ULTRA F2	Espaceur aluminium ($e_{paroi} = 0,355$ mm)
PS ou PU	0,093	0.145
SB	0,092	0.145

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 CHROMATECH ULTRA F2 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 CHROMATECH ULTRA F2, 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

Les vitrages avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 ne disposent pas d'une déclaration environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé). Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

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 ALU-PRO sont propres à assurer la constance de qualité des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2. Le contrôle interne de fabrication fait l'objet d'un suivi du CSTB à raison de deux visites par (Noale – Italie).

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 CHROMATECH ULTRA F2 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

Le Groupe Spécialisé n° 6 a noté que la désignation CHROMATECH ULTRA F2 correspond à des espaceurs comprenant un composant thermoplastique à base de polypropylène décliné en six coloris différents et permettant de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 comportent un feuillet en acier inoxydable de 0,1 mm d'épaisseur nominale recouvrant la zone destinée à recevoir le scellement ainsi que les méplats latéraux sur lesquels les cordons butyl sont appliqués. Les zones latérales sont en recouvrement avec la zone en polypropylène destinée à être située côté lame d'air/gaz.

Ces espaceurs peuvent comporter sur les rives latérales une impression d'encre de couleur noire d'une hauteur de 1.5 mm maximum et sur la partie en acier inoxydable située côté lame d'air/gaz.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 réduisent les transferts thermiques en périphérie des vitrages isolants par rapport à des espaceurs courants en aluminium et la nuance d'acier inoxydable utilisé (1.4372) permet de prendre en compte une conductivité thermique de 15 W/(m.K).

Les paramètres de pliage des cadres espaceurs doivent être adaptés (au niveau de chaque type de pliuse) pour obtenir la géométrie attendue des cadres et pour avoir une hauteur minimale de scellement sous talon de l'intercalaire de 3 mm minimum.

Du fait de leur flexibilité accrue, 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 CHROMATECH ULTRA F2 sont commercialisés par la société ALU-PRO :

- ALU-PRO srl
Via A. Einstein, 8
30033 Noale (VE) Italy
Tél. : 00 39 041 589 7311
Fax : 00 39 041 589 7320
E-mail : info@alupro.it
Internet : www.alupro.it

Les vitrages avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 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

Les vitrages avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2 font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) lors de leur mise sur le marché conformément au règlement (UE) n°305/2011 article 4.1.

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.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 comportent un marquage précisant sa référence. Le marquage est fait tous les mètres environ et comporte l'indication AP-CUF2 suivie de la date de fabrication et du numéro de la ligne de production.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA F2 sont constitués sur leur périphérie par un profilé espaceur à base de polypropylène (PP) pour la face située côté lame d'air/gaz et en recouvrement avec un feuillet en acier inoxydable sur les parois latérales.

Par ailleurs, la paroi côté scellement est constituée par le feuillet en acier inoxydable seul (prolongement du feuillet situé sur les parois latérales).

Le système de vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

Ces espaceurs sont fabriqués par la société ALU-PRO dans l'usine de NOALE (ITALIE) et peuvent être pour le composant thermoplastique de ton de couleur différent. Les coloris sont les suivants :

- Noir (RAL 9004).
- Gris clair (RAL 7035).
- Gris foncé (RAL 7040).
- Marron clair (RAL 8003).
- Marron foncé (RAL 8016).
- Blanc (RAL 9016).

Ces espaceurs peuvent comporter sur les rives latérales une impression d'encre de couleur noire d'une hauteur de 1.5 mm maximum et sur la partie en acier inoxydable située côté lame d'air/gaz.

Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA F2 comportent par ailleurs une barrière d'étanchéité en butyl et un scellement de type polysulfure, polyuréthane ou silicone.

Les vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 visés dans le cadre de ce Document Technique d'Application présentent par ailleurs les caractéristiques suivantes :

- Les cadres sont soit pliés, soit réalisés avec des équerres butylées.
- Ils peuvent comporter des couches émargées ou non côté scellement.
- Ils peuvent être remplis de gaz argon (scellement polyuréthane, polysulfure ou silicone).
- Ils peuvent comporter des croisillons intégrés dans la lame d'air/gaz.

Les vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 doubles ou triples sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en polygone simple de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés).

Les vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés, une prise en feuillure sur 2 côtés ou en VEC (avec utilisation de silicone selon le paragraphe 2.8 dans ces 2 derniers cas).

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 correspondant à des lames d'air/gaz d'épaisseur équivalentes sont d'épaisseur nominale de 8 mm à 24 mm.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 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 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 ISO 12543.
- 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).
- Vitrages dépolis acide Matelux et Satinovo avec la face traitée côté scellement.
- Vitrages armés (EN 572-5) avec rodage des bords et en paroi verticale uniquement.
- Vitrages à couches émargées ou non 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 CHROMATECH ULTRA F2

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont fabriqués dans l'usine ALU-PRO de Noale (Italie).

L'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 résulte de l'assemblage par collage, des deux éléments suivants :

- Le premier, en acier inoxydable pour les parois situées sur les côtés latéraux et côté scellement.
- Le second, à base de thermoplastique polypropylène (PP) pour la paroi côté lame d'air/gaz. Il comprend par ailleurs des retours latéraux en recouvrement avec l'acier inoxydable.

Ces espaceurs permettent de réaliser des lames d'air/gaz de 8 mm à 24 mm.

Une représentation des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 est donnée sur les figures 1 et 2 (CHROMATECH ULTRA F2 de 8 mm, 16 mm et 24 mm sur la figure 2).

La définition de l'élément thermoplastique à base polypropylène (PP) constitutif de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 et ses caractéristiques dimensionnelles sont précisées à la fois dans le tableau 1 et sur la figure 3.

L'élément en acier inoxydable en forme de U (partie horizontale du U positionnée côté scellement) est réalisé à partir d'un feuillet en acier inoxydable de classe 1.4372 (acier austénitique résistant à la corrosion) selon la norme NF EN 10088-1 :2014 et de 0,10mm d'épaisseur.

La conductivité thermique de l'acier inoxydable correspondant à la classe 1.4372 selon NF EN 10088-1 :2014 est de 15 W/(m.K).

L'élément thermoplastique en forme de U (partie horizontale du U positionnée côté lame d'air/gaz) est réalisé par extrusion de matières thermoplastiques polypropylène.

La conductivité thermique du matériau polypropylène est de 0,25 W/(m.K).

Les deux précédents éléments sont assemblés par collage des parties latérales à l'aide d'une colle.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont réalisés pour les coloris dont les caractéristiques colorimétriques sont les suivantes :

Coloris	Caractéristiques colorimétriques – Valeurs nominales			
	Nuancier RAL Classic	Espace couleur ⁽¹⁾ CIELAB 1976		
		L*	a*	b*
⁽²⁾ blanc	9016	94,3	-1,5	+3,9
⁽²⁾ gris clair	7035	80,5	-1,5	+1,9
⁽²⁾ gris foncé	7040	64,5	-1,4	-2,8
⁽³⁾ marron clair	8003	43,8	+15,9	+27,5
⁽³⁾ marron foncé	8016	26,5	+10,9	+9,5
⁽³⁾ noir	9004	18,9	0,2	-0,8

(1) selon NF EN ISO 11664-1,2 et 4 : Illuminant D65, Observateur 10° et réflexion spéculaire incluse
(2) tolérances jusqu'à un écart colorimétrique $\Delta E \leq 2,5$
(3) tolérances jusqu'à un écart colorimétrique $\Delta E \leq 3,5$

Les espaceurs peuvent comporter sur les rives latérales une impression d'encre de couleur noire, de référence V435-D de VIDEOJET. L'impression correspond à une bande d'encre d'une hauteur de 1.5 mm maximum et sur la partie en acier inoxydable située côté lame d'air/gaz. Une représentation est donnée sur la figure 10.

L'application de l'encre est faite à l'aide d'un outil spécifique positionné sur la ligne de production des espaceurs.

Les précisions relatives aux perforations réalisées sur la partie horizontale de l'élément thermoplastique sont précisées sur la Figure 1.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont fabriqués pour des longueurs d'environ de 4m ou de 6m et sont conditionnés en boîte carton ou en containers.

Les différents codes produits des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 selon les épaisseurs, coloris, conditionnements et présence ou non d'éclisses sont données dans le tableau suivant :

Espaceurs CHROMATECH ULTRA F2		
Cas d'un conditionnement sans éclisses		
Dimensions	Codes produits ALU PRO	
	Cond. boîte	Cond. container
8 mm	U075NR6TBM	U075NR6TCN
10 mm	U095NR6TBM	U095NR6TCN
12 mm	U115NR6TBM	U115NR6TCN
13 mm	U125NR6TBM	U125NR6TCN
14 mm	U135NR6TBM	U135NR6TCN
15 mm	U145NR6TBM	U145NR6TCN
16 mm	U155NR6TBM	U155NR6TCN
18 mm	U175NR6TBM	U175NR6TCN
20 mm	U195NR6TBM	U195NR6TCN
22 mm	U215NR6TBM	U215NR6TCN
24 mm	U235NR6TBM	U235NR6TCN

- Le 1^{er} caractère est la lettre « U » et correspond au type d'article désigné « ULTRA » ;
- Le 2^{ème}, le 3^{ème} et le 4^{ème} caractères sont des chiffres et indiquent la largeur B1 de l'espaceur au 1/10 de mm (Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique).
- Le 5^{ème} et le 6^{ème} caractères sont des lettres et indiquent le code couleur : « NR » pour le coloris noir, « GR » pour gris clair, « GD » pour gris foncé, « MC » pour marron clair, « MS » pour marron foncé et « BI » pour blanc ; Dans le cas d'un espaceur de couleur noire et comportant une impression sur les rives latérales, les lettres NR sont remplacées par les lettres NV.
- Le 7^{ème} caractère est un chiffre et indique la longueur totale de l'espaceur conditionné, « 6 » pour 6m.
- Le 8^{ème} caractère est la lettre « T » pour l'identification du matériau PP pour le procédé « CHROMATECH ULTRA F2 ».
- Le 9^{ème} et le 10^{ème} caractères sont des lettres et indiquent le type de conditionnement : « BM » pour la boîte cartonnée et « CN » pour le container.
- Dans le cas où le pré-montage d'une éclisse (ou connecteur) a été réalisée en production sur un bord de coupe, 2 autres caractères sont ajoutés au code produit : « AC » pour une éclisse en acier et « PU » pour une éclisse en Nylon.

2.2.2.3. Déshydratant

Le déshydratant utilisé est de type tamis moléculaire. En général, le remplissage en déshydratant est réalisé sur deux côtés : 1 petit côté et 1 grand côté, et plus rarement, sur les 2 grands côtés ou bien sur les quatre côtés.

Les cadres espaceurs sont soit pliés, soit réalisés avec des équerres butylées sur les angles.

La masse **indicative** de tamis moléculaire par mètre d'espaceur est donnée dans le tableau suivant :

Dimensions	Masse indicative en gramme de l'espaceur vide par mètre linéaire	Masse indicative en gramme de tamis par mètre linéaire (1)*
8	43,3	20,2
10	48,4	32,5
12	52,9	36,3
13	55,9	40,5
14	58,0	44,7
15	59,8	48,6
16	62,0	52,4
18	66,9	60,2
20	71,7	67,9

22	75,3	75,1
24	80,6	84
(1) Ces indications sont données sur la base de tamis moléculaire Phonosorb 555 de Grace.		

2.2.2.4. Équerres d'angle

Dans le cas de réalisation de cadre espaceur avec des équerres, celles-ci sont systématiquement butylées.

On distingue des équerres avec trous (2 par vitrage dont l'une pour l'injection et l'autre pour la détection en sortie) de celles sans trous.

2.2.2.4.1. Équerres d'angle rigides courantes

2.2.2.4.1.1. Équerres d'angles de la société CERA GmbH

Les équerres rigides (angles à 90°), représentées sur la Figure 4, sont réalisées en polyamide (PA) chargé de fibres de verre (à 35%) et sont fabriquées par la société CERA GmbH en deux coloris : gris et noir.

Les codes produits donnés dans les tableaux ci-après, varient selon le lieu d'approvisionnement.

Dimensions : largeur espaceur	Code produit ALU-PRO	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	M155ULTRASFGFR	M155ULTRASFBK
Les 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant la cote B1 de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 au 1/10 de mm : Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique.		
<u>Note</u> : les équerres rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} caractères à l'épaisseur équivalente correspondante à la cote B1.		

Ces équerres peuvent être directement fournies par la société CERA GmbH avec les codes produits suivants :

Dimensions : largeur espaceur	Code produit CERA	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	01 866.CU1	01 866.CU1/5
Le 5 ^{ème} et le 6 ^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant à la largeur de l'espaceur.		
<u>Note</u> : les équerres rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 5 ^{ème} et le 6 ^{ème} caractères, à la largeur de l'espaceur.		

2.2.2.4.1.2. Équerres d'angles de la société B.E.N. Plast srl

Les équerres rigides (angles à 90°), représentées sur la Figure 5, sont réalisées en polyamide (PA) chargé de fibres de verre (à 15%) et sont fabriquées par la société B.E.N. Plast Srl (Italie) en deux coloris : gris et noir.

Les codes produits donnés dans les tableaux ci-après, varient selon le lieu d'approvisionnement.

Dimensions : largeur espaceur	Code produit ALU-PRO	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	M155ULTRAGR	M155ULTRABK
Les 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant la cote B1 de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 au 1/10 de mm : Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique.		
<u>Note</u> : les équerres rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} caractères à l'épaisseur équivalente correspondante à la cote B1.		

2.2.2.4.2. Équerres d'angles rigides pour remplissage en gaz dit manuel

Les équerres rigides pour remplissage en gaz dit manuel (comportant un trou) représentées sur la Figure 6, sont réalisées en polyamide (PA) chargé de fibres de verre (à 35%) et sont fabriquées par la société CERA GmbH en deux coloris : gris et noir. Elles existent pour les épaisseurs de lames d'air/gaz de 10 mm, 12 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 18 mm et 20 mm. Les codes produits donnés dans les tableaux ci-après, varient selon le lieu d'approvisionnement.

Références équerres rigides pour remplissage en gaz dit manuel (comportant un trou)		
Dimensions : largeur espaceur	Code produit ALU-PRO	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	M155ULTRAFGR	M155ULTRAFBK
Les 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant la cote B1 de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 au 1/10 de mm : Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique.		
<u>Note</u> : les équerres rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} caractères à l'épaisseur équivalente correspondante à la cote B1.		

Ces équerres peuvent être directement fournies par la société CERA GmbH avec les codes produits suivants :

Dimensions : largeur espaceur	Code produit CERA	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	01 866.CU1	01 866.CU1/5
Le 5 ^{ème} et le 6 ^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant à la largeur de l'espaceur.		
<u>Note</u> : les équerres rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 5 ^{ème} et le 6 ^{ème} caractères, à la largeur de l'espaceur.		

2.2.2.4.3. Équerres d'angles pliables

Les équerres d'angle pliables représentées sur la Figure 7 sont en polyéthylène haute densité (HDPE) et fournies par la société STRAZZABOSCO (Italie).

Elles existent pour les épaisseurs de lame d'air/gaz de 8 mm à 24 mm.

Comme ces équerres pliables ne sont pas spécifiques aux espaceurs CHROMATECH ULTRA F2, des obturations par mousse synthétique stable doivent être mises en place aux extrémités des éléments d'espaceur avant montage des équerres et ceci afin d'éviter le passage de billes de tamis moléculaires.

Il pourra être utilisé d'autres équerres adaptées à la géométrie des espaceurs.

2.2.2.5. Eclisses

Lorsqu'un aboutage est réalisé en partie courante, il est réalisé à l'aide d'éclisses droites (également dit connecteurs) adaptées à la géométrie interne des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2.

Ces éclisses sont fabriquées par les sociétés suivantes :

- Société Eduard KRONENBERG lorsqu'elles sont en acier galvanisé : dessin de l'éclisse détaillé en Figure 8,
- Société CERA GmbH lorsqu'elles sont en polyamide (PA) chargée de fibres de verre (à 35%), de coloris gris ou de coloris noir : dessin de l'éclisse détaillé en Figure 9. Pour le coloris noir, il existe une seconde géométrie, semi-pleine : dessin de l'éclisse détaillé en Figure 10,
- Société W. Schmitz Kunststofftechnik GmbH & Co. KG lorsqu'elles sont en polyamide chargée de fibres de verre (à 30%), de coloris noir uniquement : dessin de l'éclisse détaillé en Figure 11.

Les codes produits suivant les épaisseurs des lames d'air indiquées dans les tableaux ci-après, varient selon le lieu d'approvisionnement.

Références éclisses rigides courantes en polyamide chargé de fibres de verre (Fabricant CERA)		
Dimensions : largeur espaceur	Code produit ALU PRO	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	RAC155ULTRAPVC	RAC155ULTRAPVCBK RAC155ULTRAPASBK (version semi-pleine)

Les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant à la cote B1 de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 au 1/10 de mm : Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique.

Note : les éclisses rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} caractères du code produit ci-dessus, à l'épaisseur équivalente correspondante à la cote B1.

Références éclisses rigides courantes en polyamide chargé de fibres de verre (Fabricant CERA)

Dimensions : largeur espaceur	Code produit CERA	
	Gris	Noir
<i>Exemple</i> : 16 mm	SP 02.516.CU1	SP 02.516.CU1/5

Le 7^{ème} et le 8^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant à la largeur de l'espaceur.

Note : les éclisses rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit se définit en remplaçant les 7^{ème} et 8^{ème} caractères à l'épaisseur équivalente correspondante à la largeur de l'espaceur.

Références éclisses rigides courantes en polyamide chargé de fibres de verre (Fabricant SCHMITZ).

Dimensions : largeur espaceur	Code produit ALUPRO	Code produit SCHMITZ
<i>Exemple</i> : 16 mm	CRAC155ULTSMZBK	LVCU16

Les 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} caractères du code produit sont les chiffres correspondant à la cote B1 de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 au 1/10 de mm : Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique.

Note : les éclisses rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 10mm à 20mm et le code produit ALU-PRO se définit en remplaçant les 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} caractères du code produit ci-dessus, à l'épaisseur équivalente correspondante à la cote B1.

Références éclisses rigides courantes en acier galvanisé

Dimensions : largeur espaceur	Code produit ALU-PRO galva brut	Code produit Kronenberg galva brut
<i>Exemple</i> : 16 mm	RAC15565ULTRA	1-0112-1637

Les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} caractères du code produit ALU-PRO sont les chiffres correspondant à la cote B1 de l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 au 1/10 de mm : Cf le tableau des cotes de la Figure 1, en fin de Dossier Technique.

Note : les éclisses rigides sont fabriquées pour les dimensions en largeur d'espaceur de 8mm à 24mm et le code produit ALU-PRO se définit en remplaçant les 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} caractères du code produit ci-dessus, à l'épaisseur équivalente correspondante à la cote B1.

Lorsqu'elles sont en acier galvanisé, les éclisses ont une finition ton brut.

Il pourra être utilisé d'autres éclisses adaptées à la géométrie des espaceurs

2.2.2.6. Configuration des cadres espaceurs

Les cadres espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 peuvent être réalisés :

- Avec 4 angles pliés et comporter une ou le cas échéant deux éclisses (équipement BYSTRONIC/LENHARDT, LISEC, FOREL, ROTTLER & RÜDIGER (Bayer) ou RJUKAN).
- Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 peuvent, le cas échéant, être remplis en déshydratant avant pliage. Dans ce cas, il y a nécessairement un remplissage en déshydratant sur 4 côtés et les équipements utilisés sont ROTTLER RÜDIGER (Bayer).
- Avec 3 angles pliés avec une équerre butylée sur le quatrième angle et le cas échéant une éclisse (Rjukan).
- Avec 4 équerres et dans ce cas les équerres sont « butylées » sur les zones destinées à recevoir le scellement aux liaisons avec l'espaceur.

2.2.2.7. Butyl

Il est utilisé le butyl Naftotherm Bu S ou GD 115 de Kömmerling, le butyl JS 680 de Tremco Illbruck ou le 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 de la certification CEKAL ou équivalent.

2.2.2.8. Mastic de scellement

Les mastics de scellement utilisés sont les suivants :

- Polyuréthane GD 677 NA fluide ou pâteux de Kömmerling, IGK 130 fluide ou HV d'IGK, JS 442 MF fluide ou HV de Tremco illbruck, Poliver GP-AC fluide et pâteux de Fenzi, Tenaglass-PU FR fluide de Tenachem, Eco pur CBD fluide ;
- Polysulfure GD 116 et GD 116 M de Kömmerling, GD 116 NA de Kömmerling, Thiover F/1 et Thiover F/1 W de Fenzi ;
- Silicone Dowsil 3362 HV et HV/GER de Dowsil Europe, GD 920 et Ködiglaze S de Kömmerling, Dowsil 3363 de Dowsil Europe et IG 25 HM Plus de Sika.

Il pourra être employé d'autres mastics de scellement répondant à la norme NF EN 1279 et à la norme NF DTU 39. Ils devront par ailleurs être utilisés dans le cadre d'une certification pour vitrage isolant (CEKAL ou équivalent) à la condition qu'ils permettent de vérifier les exigences afférentes.

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, 12 mm, 13 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 18 mm, 20 mm, 22 mm et 24 mm.

Il est possible d'assembler en vitrages CHROMATECH ULTRA F2 deux produits verriers plans de nature différente dans la limite des constituants décrits au paragraphe 2.2.2.1.

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 soit 3 mm minimum de hauteur de scellement sous talon des espaceurs de façon générale et quantité de cordon butyl supérieure ou égale à 2,5 g/ml. Par ailleurs, dans le cas d'équerres, elles sont systématiquement butylées.

Cas des triples vitrages

La fabrication de triples vitrages avec prise en feuillure sur 4 côtés et 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 CHROMATECH ULTRA F2 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 d'air est de 24 mm.

Les vérifications relatives aux vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont réalisées selon la norme NF DTU 39 (épaisseurs, tenue aux chocs thermiques...).

Il est nécessaire de vérifier en complément que l'effort maximal dans le joint de scellement et les contraintes dans les produits verriers, prenant en compte les effets de l'altitude et des variations de température de la lame d'air, ne dépassent pas les valeurs admises indiquées ci-après.

Au regard de l'effort dans le joint de scellement des doubles ou triples vitrages en fonction de leurs compositions et dimensions, il peut être pris en compte les tableaux de vérification établis par CEKAL avec les conditions 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.

Pour des différences d'altitudes entre lieu de pose et lieu de fabrication supérieures à 300 m, il pourra être réalisé un pré-équilibre en usine tenant compte de la différence d'altitude effective. Il pourra également être réalisé un équilibre 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.

L'effort par unité de longueur dans le joint de scellement est limité à 1,12 daN/cm.

La contrainte maximale dans les produits verriers (due à l'échauffement de la lame d'air et à la différence d'altitude) doit être inférieure ou égale à 20 MPa pour les produits recuits, 35 MPa pour les vitrages dits « durcis » et 75 MPa pour les produits verriers trempés.

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 CHROMATECH ULTRA F2 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. Elles sont complétées par les précisions ci-après.

Il est utilisé un mastic silicone précisé dans le paragraphe 2.2.2.8. 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 CHROMATECH ULTRA F2 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 2.2.2.8. 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 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

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 » :

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

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 :

- $\frac{1}{2}$ 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 :

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

La valeur 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 e1 est l'épaisseur du composant verrier extérieur, e2 est l'épaisseur du composant verrier intermédiaire et e3 est l'épaisseur du composant verrier intérieur.

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

2.3.2.4. Triples vitrages

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 du CSTB n° 3242 mentionné ci-avant.

Par ailleurs, la fabrication de triples vitrages avec prise en feuillure sur 4 côtés et 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 (hauteur de scellement, dispositions générales,...), de vérifier au cas par cas les contraintes dans les 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.

2.3.3. Tolérances de fabrication

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

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

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

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 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 CHROMATECH ULTRA F2 – Manutention, transport

En attendant leur mise en œuvre, les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 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. Marquage

Le marquage CE sera mis en œuvre suivant les dispositions prévues dans la norme NF EN 1279-5.

Les vitrages isolants sont par ailleurs identifiés selon les règles retenues dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 comportent par ailleurs un marquage. Le marquage est fait tous les mètres environ et comporte l'indication AP-CUF2 suivi de la date de fabrication et du numéro de la ligne de production.

2.4.3. Conditions de mise en œuvre

2.4.3.1. 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 CHROMATECH ULTRA F2 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 prises en feuillures 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 CHROMATECH ULTRA F2 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 1daN/cm à la mise en œuvre.

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 2.4.2. Au-delà, 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.

2.4.3.2. Vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés

Les vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2 seront mis en œuvre conformément aux dispositions prévues dans la norme NF DTU 39 P 1-1.

2.4.3.3. Vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 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 2.2.2.8.

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.

2.4.3.4. Vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 mis en œuvre en VEC

Il est utilisé un scellement silicone selon le paragraphe 2.2.2.8, et la hauteur de scellement est déterminée selon les règles détaillées au paragraphe 2.3.

Vitrage isolant avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2 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 CHROMATECH ULTRA F2 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.
- Pu 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 Chromatech Ultra F2, recouverts de mastic de scellement, ne peuvent être réutilisés ou recyclés, ils doivent être traités comme des déchets ordinaires.

2.7. Assistante technique

En cas de besoin d'une assistance technique, la ALU PRO basée à Noale, en Italie peut être contactée.

2.8. Fabrication et contrôles

2.8.1. Fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont fabriqués dans l'usine ALU-PRO de Noale (VE, Italie).

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont constitués de deux principaux éléments (identiques à des « profilés en forme de U ») qui sont composés de :

- Le premier, en acier inoxydable pour les parois situées sur les côtés latéraux et côté scellement,
- Le second, à base de thermoplastique polypropylène (PP) pour la paroi côté lame d'air/gaz. Il comprend par ailleurs des retours latéraux en recouvrement avec l'acier inoxydable.

Les deux éléments sont maintenus par clippage entre eux d'une part (cf. dessins) et par collage à l'aide d'une colle polyuréthane hot melt réactive à l'humidité.

2.8.1.1. Extrusion d'un profilé en U

La paroi côté lame d'air/gaz correspondant à un profilé en U, est à base de polypropylène : elle est extrudée par la société ALU-PRO à Noale (VE, Italie).

Les coloris des compositions polypropylène sont réalisés aussi par la société ALU-PRO à partir de mélange maître couleur base polypropylène. Les différents coloris possibles sont ceux listés dans le paragraphe §2.2.2 de ce Dossier Technique.

La fabrication s'effectue en continu et comporte les opérations suivantes :

- Réception des matières premières en granulés (big-bag et/ou sacs de 25kg).
- Opération d'extrusion avec alimentation en granulés, passage dans la vis d'extrusion (fusion, malaxage, homogénéisation de la matière) suivie immédiatement du passage dans la filière.
- Refroidissement du profilé en U à l'aide d'un dispositif conformateur.
- Refroidissement par passage du profilé en U dans un bain d'eau.
- Contrôles dimensionnels et contrôle du coloris.

Il n'y a pas d'utilisation de matière régénérée pour la fabrication des profilés en U en polypropylène.

Les rouleaux sont collectés sur une zone tampon à proximité de l'atelier de fabrication des espaceurs.

2.8.1.2. Fabrication des espaceurs

Le feuil en acier inoxydable est mis en forme à froid à partir d'un train de rouleaux. Chaque dimension nécessite un outil spécifique. Lors du formage, la lubrification est faite avec de l'alcool de façon à éviter toute pollution de surface de l'acier.

Ces espaceurs peuvent comporter sur les rives latérales une impression d'encre de couleur noire d'une hauteur de 1.5 mm maximum et sur la partie en acier inoxydable située côté lame d'air/gaz. Une représentation est donnée sur la figure 10.

L'application de l'encre est faite à l'aide d'un outil spécifique positionné sur la ligne de production des espaceurs.

Les deux profilés (feuil en acier inoxydable formé et profilé en U base polypropylène) sont assemblés à l'aide d'une colle polyuréthane / hot melt réactive à l'humidité après avoir reçu un traitement préalable pour effectuer le collage.

Ce traitement préalable spécifique pour chacun des matériaux, à savoir d'une part, sur le profilé en U base polypropylène d'une part et d'autre part, sur le profilé en U en acier inoxydable ; il est limité aux zones devant subir l'encollage.

Le processus d'assemblage comporte les différentes opérations suivantes :

- a) ordre de production avec les matières premières nécessaires,
- b) préparation de la ligne d'assemblage selon l'ordre de production,
- c) mise en place du rouleau profilé en U base polypropylène correspondant sur le premier dérouleur,
- d) mise en place du rouleau de feuil en acier inoxydable correspondant sur le deuxième rouleau
- e) les deux constituants sont déroulés de façon parallèle jusqu'à la ligne d'assemblage,

- f) le profilé en U base polypropylène est perforé (communication lame d'air/gaz),
- g) le feuil en acier inoxydable est formé dans un train de rouleau avec une lubrification à l'alcool,
- h) le feuil en acier inoxydable est traité pour recevoir la colle,
- i) le profilé en U base polypropylène est traité pour recevoir la colle,
- j) le profilé en U base polypropylène reçoit la colle sur les deux parties latérales et est inséré dans le profilé acier formé,
- k) les deux éléments sont pressés ensemble avec calibrage pour être dans les tolérances définies.
- l) le profilé assemblé avec les deux éléments et la colle est maintenu jusqu'à ce que la colle soit froide.
- m) l'espaceur est ensuite découpé à la longueur prévue,
- n) l'espaceur est ensuite mis en place dans les conditionnements,
- o) les conditionnements sont ensuite stockés pendant 3 jours au minimum avant l'adjonction éventuelle d'éclisses et expédition.

Lorsque les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont livrés avec les éclisses, les conditionnements sont accessibles sur une extrémité, et les éclisses sont insérées après ces 3 jours minimum.

2.8.1.3. Conditionnement

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont livrés conditionnés soit dans des boîtes (cartons), soit dans des containers en acier (« stillage ») à retourner à la société ALU-PRO.

Les conditionnements comportent systématiquement un étiquetage (étiquettes adhésives aux dimensions 100x80mm avec fond rouge à 60% de sa hauteur, en partie supérieure) et fond blanc sur les 40% restant) qui comprend au minimum :

- Le nom du fabricant « ALU-PRO »,
- La gamme « CHROMATECH ULTRA F » et type d'espaceur « F2 »,
- Le numéro de production attribué par ALU-PRO associé à un code barre (liée à la date de production, par traçabilité) et la référence de l'équipe de production « T1 ou T2 ou T3 » (en 3x8h),
- Un code produit (défini ci-dessous, qui est différent selon le conditionnement, par boîte ou container) avec la désignation du coloris de l'espaceur « RALXXXX » (selon le nuancier RAL Classic),
- La quantité totale d'espaceur (en mètre linéaire).

L'étiquette adhésive des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 comprend spécifiquement un rectangle plein vertical de couleur noire déposée par impression (18x58mm) en partie droite de l'étiquette. Cette marque visuelle permet de différencier rapidement les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 des autres espaceurs CHROMATECH ULTRA F1.

2.8.2. Fabrication des vitrages isolants

2.8.2.1. Dispositions spécifiques aux espaceurs CHROMATECH ULTRA F2

Le stockage des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 doit être réalisé au sec, à l'abri de la poussière, et avec des conditions d'appuis non susceptibles de générer une déformation (surfaces planes généralement).

Lors du déballage et du déchargement des paquets de profilés ces opérations doivent être réalisées de telle sorte qu'il n'y ait pas de déformations résiduelles.

Il en est de même lorsque des barres d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 (de 4m à 6m) sont manipulées (acheminement vers la zone de pliage par exemple). Les profilés CHROMATECH ULTRA F2 peuvent présenter des déformations résiduelles si des dispositions adéquates ne sont pas prises.

La manipulation des espaceurs doit être réalisée en évitant tout contact digitaux (sans protection) notamment sur la zone située côté lame d'air (les empreintes peuvent être visibles côtés lame d'air, et elles ne peuvent pas être supprimées aisément).

Dans le cadre de ce Document Technique d'Application, les cadres sont soit pliés, soit assemblés avec des équerres. Lorsqu'ils sont pliés, ils peuvent comporter une ou deux éclisses, ou bien une équerre dans un angle dit de fermeture avec éventuellement une éclisse. Dans ce cas pour les vitrages en forme, et lorsqu'un angle est inférieur à 45°, il est utilisé des équerres pliables.

Toutes les dispositions nécessaires doivent être mises en œuvre pour qu'il n'y ait pas de pollution des cadres lors du pliage (poussière,...).

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont pliés à froid à l'aide de plieuses standard présentes sur le marché. Il convient cependant lors du pliage, d'ajuster les paramètres et/ou de prendre les dispositions suivantes :

- Ajuster la taille du cadre CHROMATECH ULTRA F2 dont la hauteur du profilé est de 6.9 mm environ (par comparaison aux espaceurs aluminium qui ont généralement une hauteur de profilé de 6,5 mm environ) afin d'avoir une hauteur minimale de scellement en partie courant de 3 mm y compris les tolérances de pose, à savoir par exemple le positionnement des cadres.
- Pour un angle donné, l'angle de pliage proprement dit doit être supérieur de 7° à 12° environ, en raison de l'élasticité résiduelle après pliage (il convient de respecter les recommandations du fabricant de la plieuse).
- Les angles minimum avec pliage sont de 50° à 55° dans les cas des plieuses courantes ; ils peuvent atteindre 30° environ dans le cas de plieuse RJUKAN.
- Dans le cas des cadres de grandes dimensions, des essais préalables doivent être réalisés pour vérifier qu'il n'y a pas de déformation résiduelle en partie courante liée à la vitesse de réalisation lors du pliage.

Si c'était le cas, il conviendrait par exemple de réduire la vitesse de pliage ou bien de mettre en place au niveau de la plieuse des guides supports d'accompagnement du pliage.

En cas de réalisation de cadres espaceurs à partir d'équerres, elles sont systématiquement butylées.

Les cadres espaceurs sont remplis en tamis moléculaires de façon généralement automatique soit sur un petit côté et un grand côté, soit sur deux grands côtés, soit sur quatre côtés suivant les précisions données au chapitre 2.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 peuvent être butylés manuellement ou de façon automatique lorsqu'ils sont pliés. Cependant, au regard de leur rigidité, il peut s'avérer nécessaire de butyler manuellement les cadres espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 en fonction de la grande dimension. Même en cas de butylage manuel, un soin particulier est à apporter afin de ne pas générer de déformations résiduelles en fonction de la vitesse d'avancement de la bande.

La mise en place des cadres CHROMATECH ULTRA F2, remplis de déshydratant et butylés, sur le premier composant nécessite un soin et une attention bien spécifiques pour permettre son bon positionnement par rapport aux différents côtés. En effet, le pliage doit être adéquat pour qu'en raison de l'élasticité résiduelle les côtés droits soient le plus rectilignes possible et par ailleurs la rigidité moindre de ces cadres en comparaison avec un espaceur aluminium, sont des éléments à prendre en compte pour bien maîtriser cette opération. L'utilisation de cales spécialement conçues pour les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 peut s'avérer nécessaire pour bien positionner les cadres par rapport au bord des vitrages.

Il convient également de bien appliquer manuellement le cadre sur le premier composant verrier par pressage adéquat (sans laisser d'empreinte digitale) pour qu'il ne puisse pas y avoir de « ripage » du cadre avant pressage en raison de l'élasticité résiduelle. La mise en place de croisillons sur les cadres espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 est possible en utilisant des agrafes courantes ou des vis. Il convient cependant éventuellement de diminuer la pression à 3 bars ou moins pour leur application afin de ne pas dégrader l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2.

Pour limiter le dépôt de poussières, ou de pollution sur les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2, il est recommandé d'avoir une humidité relative supérieure à 50% dans la zone de production.

Si les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 présentent de la poussière, ils doivent être nettoyés à l'aide d'un chiffon humide avec de l'eau pure ou bien avec de l'air comprimé avec compresseur éliminant la présence d'huile. Il ne doit en aucune façon être utilisé de solvant.

2.8.2.2. Autres phases de fabrication

Les autres phases de fabrication sont les mêmes que celles des vitrages isolants courants (émergence couches, lavage, remplissage gaz à l'aide de presses ou ultérieurement de façon dite manuelle et en restituant l'ensemble de la barrière périmétrique, scellement de type manuel ou automatique...).

Le remplissage en gaz dit manuel peut être utilisé :

- A partir de deux trous réalisés sur l'espaceur CHROMATECH ULTRA F2 (comme dans le cas d'espaceur métallique) avec rebouchage reconstituant deux barrières,
- A partir d'équerres d'angles spécifiques comportant des trous, également rebouchées après remplissage, pour des épaisseurs de 12 mm, 14 mm, 16 mm, 18 mm et 20 mm sur le principe de méthodes également utilisées dans le cas d'espaceurs courants.

2.8.3. Contrôles

2.8.3.1. Contrôles au niveau de l'usine de fabrication CHROMATECH ULTRA F2

La fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 donne lieu à quatre types d'opérations de contrôle.

2.8.3.1.1. Matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2

Chaque matière première livrée fait l'objet de spécifications avec cahier des charges avec les fabricants « matière » correspondants. Les certificats de contrôles sont fournis à la société ALU-PRO pour chacun des lots livrés.

Par ailleurs, la société ALU-PRO contrôle l'adhérence une fois par semaine sur un échantillon d'acier inoxydable avec un scellement polysulfure.

2.8.3.1.2. Contrôles sur la ligne de fabrication du composant thermoplastique

Les contrôles suivants sont réalisés par les opérateurs pour chaque ordre de fabrication :

Contrôle en ligne	Fréquence
Aspect (points noir, inclusions, ...)	En continu
Caractéristiques dimensionnelles : 1. Cote B : $X,6\text{mm} \pm 0,15\text{mm}$ 2. Cote B1 : $X,0\text{mm} \pm 0,3\text{mm}$ 3. Cote H ou H1 : $6,1\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$ <u>Note</u> : X = valeur définie suivant l'épaisseur de la lame d'air. (Cf Figure 3)	Avec enregistrement : <ul style="list-style-type: none"> • A chaque changement d'outillage • Au début et en fin de production, par rouleau • 1 contrôle par heure
Coloris (mesure CIELAB L*, a* et b*) et calcul de l'écart colorimétrique : $\Delta E \leq 2,5$ ou $\Delta E \leq 3,5$ (selon coloris : Cf. tableau §2.2)	Avec enregistrement : <ul style="list-style-type: none"> • A chaque changement d'outillage • A chaque changement couleur • Par rouleau • 2 fois par équipe

2.8.3.1.3. Contrôles sur la ligne de fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2

Les lignes de formage/collage sont équipées d'une unité de vérification qui contrôle la production des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2. Tous les paramètres importants sont stockés.

Les différents types de contrôles sont récapitulés dans le tableau 2.

2.8.3.1.4. Contrôles sur produits finis réalisés sur les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2

Un lot d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 correspond à la fabrication d'une épaisseur donnée, dans un coloris donné et la quantité dépend de l'ordre de fabrication. Un lot peut correspondre à une boîte (~ 400 m) jusqu'à 40 containers (~ 200 000 m à 500 000 m selon épaisseur).

Les différents types de contrôles sont récapitulés dans le tableau 2.

Des essais d'adhérence amenés à rupture sur espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 sont réalisés une fois par semaine.

Les dispositions en place permettent d'avoir la traçabilité au regard de chaque lot de matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2.

Chaque livraison d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 est accompagnée des certificats de conformité des lots afférents déterminés à partir du numéro de commande renseigné par ALU-PRO.

Ces certificats sont généralement envoyés par email aux clients lors de l'expédition des espaceurs.

Les certificats de conformité font état des contrôles visuels de rectitude, des contrôles dimensionnels de section, longueur, forme des espaceurs, de l'état de surface, du contrôle de la perforation, du collage de la teneur en matière volatile.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais de « fogging » (selon l'Annexe E) et de « teneur en substances volatiles » (selon l'Annexe G), réalisés selon la norme UNI EN 1279-6 :2004 sur vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA F2 (coloris gris foncé, RAL 7040). Rapport d'essais n°137438 de la Stazione Sperimentale del Vetro ScpA (VE, Italie) du 24 juin 2016.
- Essais relatif à l'exposition de barres de 2m d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 en 16mm (coloris noir RAL 9004 et coloris gris foncé RAL 7040) à 168 cycles de climat variable selon l'ancienne norme NF P 78-451. Rapport d'essais BV16-0942 du 1er septembre 2016.
- Caractérisation par analyse thermogravimétrique de la partie thermoplastique des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 pour les coloris suivants : noir et blanc. Rapport d'essais CSTB n°EMI16-26064328/A (coloris noir RAL 9004) et n°EMI16-26064328/A (coloris blanc RAL 9016) du 15 septembre 2016.
- Essais de vieillissement simulé d'une durée totale d'environ de 3000h en WOM CI4000 selon NF EN ISO 4892-1,2 (BST=60°C) dans un dispositif d'essais étanche en verre borosilicaté type S d'échantillons d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 pour les 6 coloris suivants : noir, marron clair, marron foncé, gris clair, gris foncé et blanc, avec suivi colorimétrique avant et après exposition. Rapport d'essais CSTB n°BV16-1057 du 16 septembre 2016.
- Caractérisation par analyse IRTF (par mono-réflexion) de la partie thermoplastique des espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 pour les 6 coloris suivants : noir, marron clair, marron foncé, gris clair, gris foncé et blanc. Rapport d'essais CSTB n°BV16-1085 du 27 septembre 2016.
- Mesure de retrait à chaud (pendant 1 heure à 60°C, 80°C et 100°C) sur éprouvettes d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 (coloris noir) et sur profilés en U en polypropylène (coloris noir). Rapport d'essais ALUPRO n°16-032 du 28 septembre 2016.
- Essais de vieillissement simulé d'une durée totale d'environ de 3600h en Q-SUN Xenon Test Chamber (Q-LAB) selon NF EN ISO 4892-1,2 (BST=65°C) dans un dispositif d'essais étanche en verre borosilicaté type S d'échantillons d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 pour les 6 coloris suivants : noir, marron clair, marron foncé, gris clair, gris foncé et blanc, avec suivi colorimétrique avant et après exposition. Rapport d'essais ALUPRO n°16-033 du 29 septembre 2016.
- Etude thermique relative à la détermination du coefficient désigné « Ψéq » pour les espaceurs CHROMATECH ULTRA F2. Rapport d'étude CSTB n°BV16-1147 du 18 octobre 2016.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité après vieillissement climatique (168 cycles) avec rayonnement UV réalisés selon les prescriptions CEKAL, (document Pvi 121vi02 :2014) sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 (gris clair, RAL 7040) incluant un remplissage sur 2 côtés adjacents de tamis moléculaire (déshydratant référence PHONOSORB PS 551 de GRACE), des équerres d'angles (BENPLAST) et avec remplissage gaz argon (100% théorique) ; l'étanchéité des éléments verriers avec couche (SILVERSTAR EN 2+ de chez GLASTRÖSCH) est réalisée le butyl de référence BUTYLVER (FENZI) et le mastic de scellement polysulfure de référence THIOVER F/1 (FENZI). Rapport d'essai n°BV16-0882-A en date du 8 septembre 2016 (mesure du taux de remplissage initial) et rapport d'essais n°BV16-0882-B du 16 décembre 2016.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon les normes EN 1279-2 et 3 :2003 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 pliés incluant un remplissage sur 2 côtés adjacents de tamis moléculaire (déshydratant référence PHONOSORB 551 de GRACE) et avec remplissage gaz argon (>90%) ; l'étanchéité des éléments verriers est réalisée le butyl de référence BUTYLVER (FENZI) et le mastic de scellement polysulfure de référence THIOVER F/1 (FENZI). Rapport d'essais de la Stazione Sperimentale del Vetro ScpA (VE, Italie) n°141506 du 21 décembre 2016 et n°141569 du 22 décembre 2016.

2.9.2. Références chantiers

Plusieurs milliers de mètres carrés de vitrages isolants.

2.10. Tableaux et figures du Dossier Technique

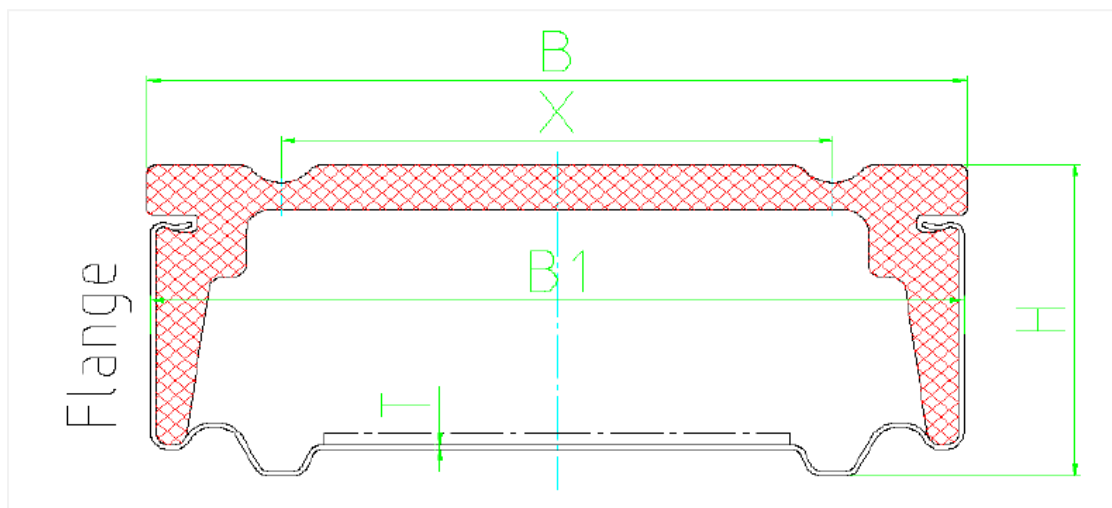
Référence profilé	Largeur (suivant épaisseur lame d'air) (mm)	Hauteur (mm)	Épaisseur paroi PP côté lame d'air (mm)	Épaisseur paroi côté scellement (mm)
Ultra 8	7,6 ± 0,15	6.9 ± 0,15	0,9 ± 0,1	0,10
Ultra 10	9,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 12	11,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 13	12.6± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 14	13,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 15	14,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 16	15,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 18	17,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 20	19,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 22	21,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	
Ultra 24	23,6 ± 0,15		0,9 ± 0,1	

Tableau 1 – Dimensions et tolérances relatives aux espaceurs CHROMATECH ULTRA F2

Contrôles sur matières premières relatifs aux espaceurs CHROMATECH ULTRA F2			
	Paramètres	Type contrôle	Fréquence
Acier inoxydable	Adhérence	Adhérence polysulfure	une fois par semaine
	Références matériau Longueur et épaisseur	Contrôle dimensions et certificat conformité	Largeur : chaque livraison Épaisseur : fait aléatoirement
Polypropylène	Références matière	Certificat conformité	Chaque lot
Colle	Références matière	Certificat conformité	Chaque lot
Contrôles en cours de production relatifs aux espaceurs CHROMATECH ULTRA F2			
Éléments contrôlés	Paramètres	Type contrôle	Fréquence
Colle	Références matière	Bonne adéquation à la production	Chaque lot
Contrôles sur produits finis relatifs aux espaceurs CHROMATECH ULTRA F2			
Éléments contrôlés	Méthode	Fréquence	Enregistrement
Hauteur (H)	Pied à coulisse	Chaque 2 heures ou 4000ml	Numérique
Longueur (L à ±10mm)	Pied à coulisse		
Largeurs : (B) côté lame d'air (polypropylène), (B1) côté scellement	Pied à coulisse		
Qualité coupe	Visuel		
Perforation	Test efficacité avec air		
Collage ⁽¹⁾	Visuel et contrôle destructif		
adhérence sur espaceur	Test de traction	1 fois par semaine	
Dimensions intérieures	Insertion connecteurs	Chaque 2 heures ou 4000ml	
Ondulation acier côté scellement	Pied à coulisse		
Contrôle couleur : détermination du deltaE	Colorimètre	Chaque 2 heures ou 4000ml	
Dépôt de l'impression sur les côtés latéraux	Selon modèle (maximum hauteur 3mm)	Chaque 2 heures ou 4000ml	

(1) Ce contrôle est également réalisé sur chaque conditionnement 2 jours après fabrication au minimum. Lorsque les résultats sont satisfaisants les espaceurs peuvent être expédiés. Ce test consiste à séparer les deux éléments des espaceurs et à vérifier le bon positionnement du collage avec quantification.

Tableau 2 – Contrôles



Référence de l'espaceur	Epaisseur nominale « équivalente » de la lame d'air [mm]	H ± 0.15 [mm]	Flange ± 0.1 [mm]	B ± 0.15 [mm]	B1 ± 0.25 [mm]	X ± 0.1 [mm]	T [mm]
CHROMATECH ULTRA F2 8	8	6.9	5.1	7.6	7.5	2.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 10	10	6.9	5.1	9.6	9.5	4.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 12	12	6.9	5.1	11.6	11.5	6.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 13	13	6.9	5.1	12.6	12.5	7.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 14	14	6.9	5.1	13.6	13.5	8.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 15	15	6.9	5.1	14.6	14.5	9.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 16	16	6.9	5.1	15.6	15.5	10.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 18	18	6.9	5.1	17.6	17.5	12.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 20	20	6.9	5.1	19.6	19.5	14.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 22	22	6.9	5.1	21.6	21.5	16.45	0.10
CHROMATECH ULTRA F2 24	24	6.9	5.1	23.6	23.5	18.45	0.10

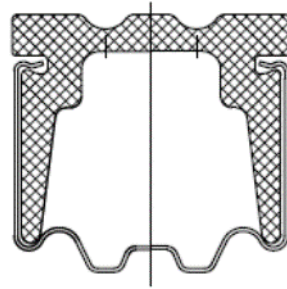
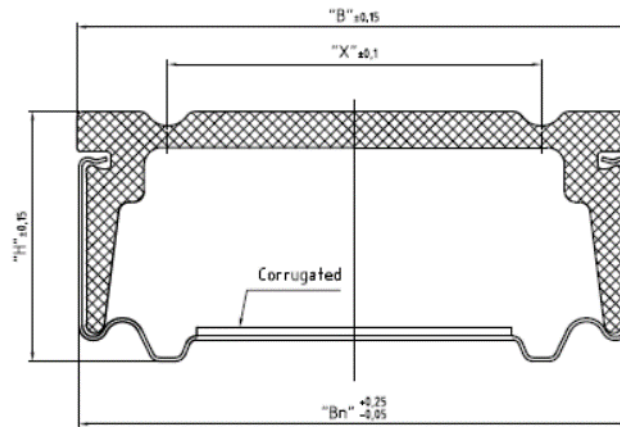
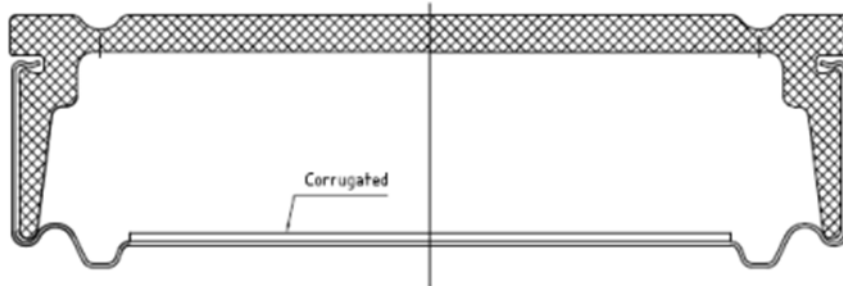
« Flange » signifie collerette.

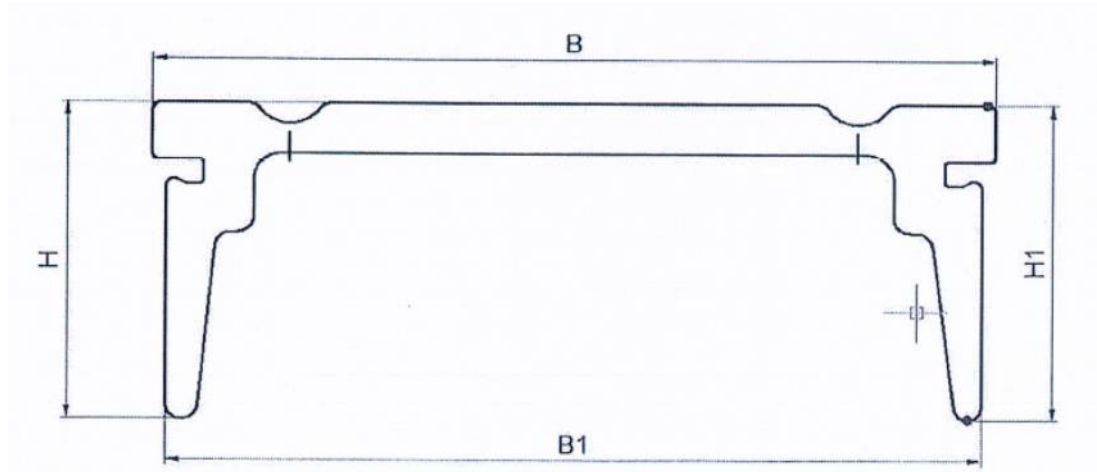
T est l'épaisseur de l'acier inoxydable (0,10 mm). L'épaisseur de la paroi thermoplastique à base polypropylène, côté lame d'air/gaz, est de 0,9 mm ± 0,1 mm.

L'épaisseur moyenne de chacune des parois latérales en PP est de 1,12 mm.

Les perforations de l'intercalaire sont réalisées sur 2 lignes correspondant aux creux situés dans la paroi côté lame d'air/gaz. Les trous sont distants de 4,4 mm environ, et la longueur de chacun d'eux est d'environ 1,5 mm.

Figure 1 –Espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 (cotation détaillée)

**CHROMATECH ULTRA F2 8****CHROMATECH ULTRA F2 16****CHROMATECH ULTRA F2 24****Figure 2 – Exemples d'espaceurs CHROMATECH ULTRA F2 : 8 mm, 16 mm et 24 mm**



Référence profilé	Largeur B (suivant épaisseur lame d'air) (mm)	Hauteur H et H1 (mm)	Largeur B1 (suivant épaisseur lame d'air) (mm)
Ultra 8	$7,6 \pm 0,15$	$6.1 \pm 0,20$	$7,0 \pm 0,30$
Ultra 10	$9,6 \pm 0,15$		$9,0 \pm 0,30$
Ultra 12	$11,6 \pm 0,15$		$11,0 \pm 0,30$
Ultra 13	$12.6 \pm 0,15$		$12,0 \pm 0,30$
Ultra 14	$13,6 \pm 0,15$		$13,0 \pm 0,30$
Ultra 15	$14,6 \pm 0,15$		$14,0 \pm 0,30$
Ultra 16	$15,6 \pm 0,15$		$15,0 \pm 0,30$
Ultra 18	$17,6 \pm 0,15$		$17,0 \pm 0,30$
Ultra 20	$19,6 \pm 0,15$		$19,0 \pm 0,30$
Ultra 22	$21,6 \pm 0,15$		$21,0 \pm 0,30$
Ultra 24	$23,6 \pm 0,15$		$23,0 \pm 0,30$

Figure 3 – Caractéristiques dimensionnelles du profilé thermoplastique en forme de U, en polypropylène.

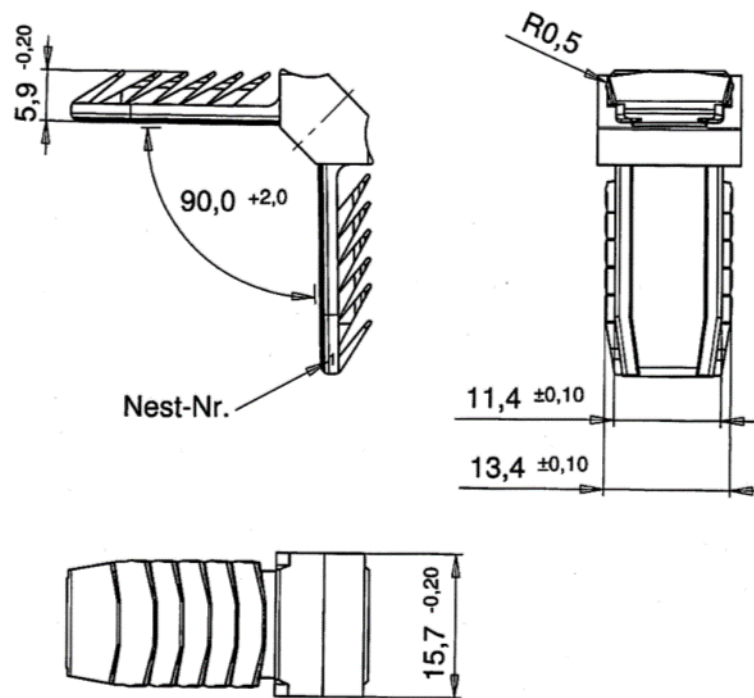
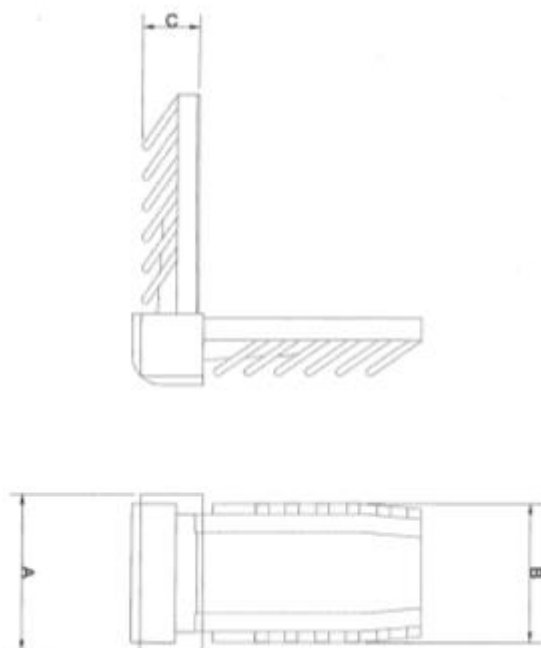


Figure 4-a– Exemple d'équerres d'angle rigides courantes (PA + 35% de fibres de verre) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication CERA).



DIMENSIONI ANGOLARI PLASTICA			
TOLL: A= -0.2mm; B= ±0.1mm; C= -0.2mm.			
FAM (mm)	"A"	"B"	"C"
10	9,7	8,3	5,6
12	11,7	10,3	5,6
13	12,7	11,3	5,6
14	13,7	12,3	5,6
15	14,7	13,3	5,6
16	15,7	14,3	5,6
18	17,7	16,3	5,6
20	19,7	18,3	5,6
22	21,7	20,3	5,6
24	23,7	22,3	5,6

Figure 4-b– Exemple d'équerres d'angle rigides courantes (PA + 15% de fibres de verre ; fabrication B.E.N. PLAST).

Equerres avec trous d'injection

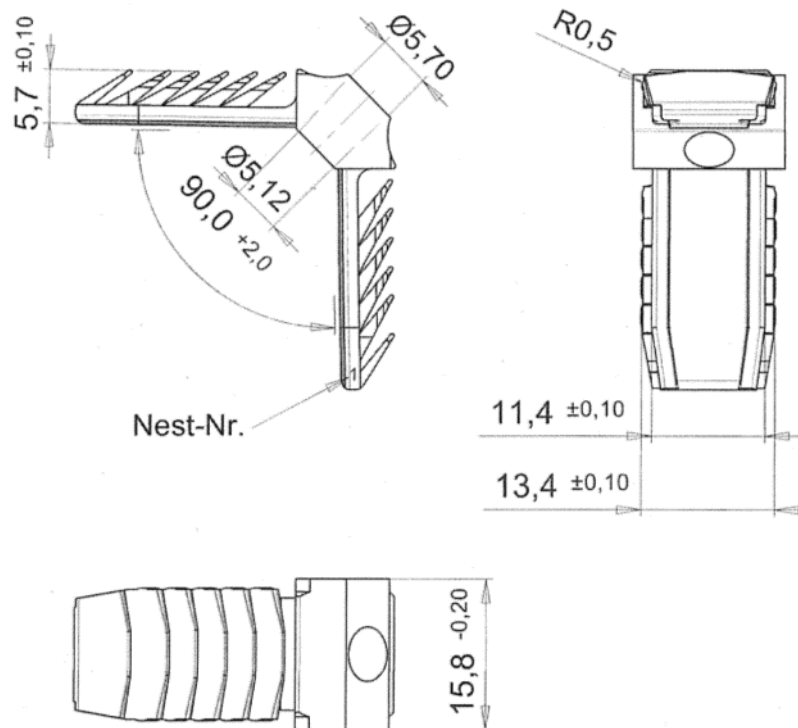
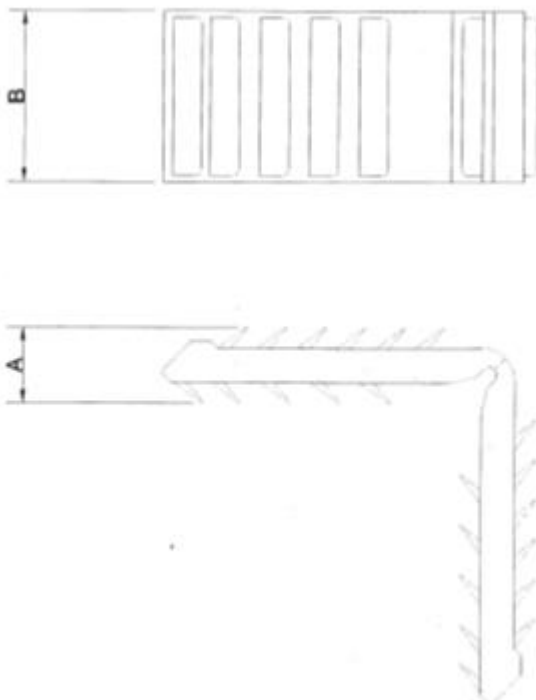


Figure 5– Exemple d'équerres d'angle rigides (PA + 35% de fibres de verre), pour remplissage en gaz dit manuel, pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication CERA).



DIMENSIONI ANGOLARI PLASTICA
TOLL: A= ±0.2mm; B= ±0.2mm; C= ±0.2mm.

FAM (mm)	"A"	"B"
16	5,8	13,1

Figure 6 – Exemple d'équerres d'angle pliables (PEHD) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication STRAZZABOSCO)

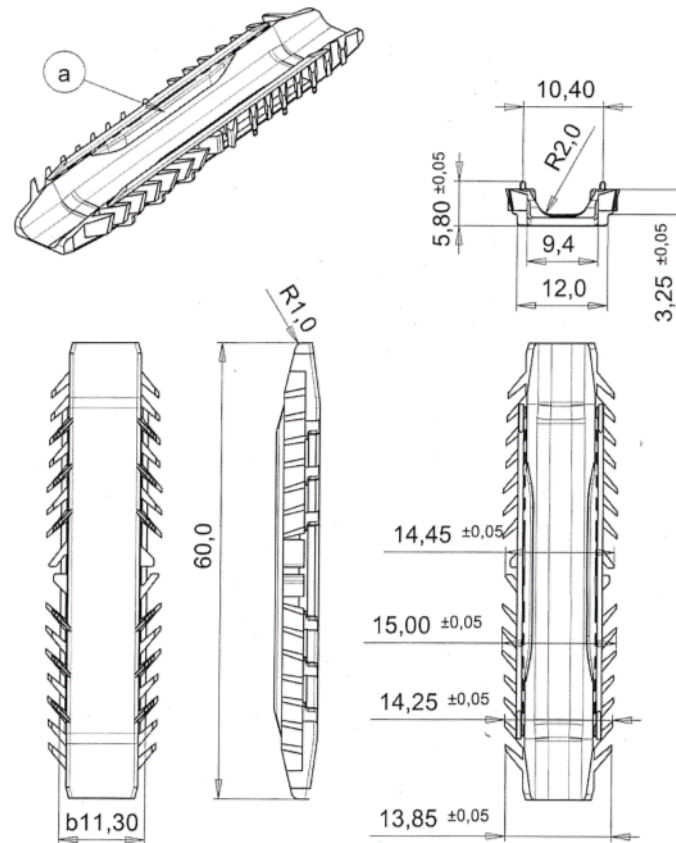


Figure 7-a – Exemple d'éclisses « type (a) creuse » (PA + 35% de fibres de verre) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication CERA)

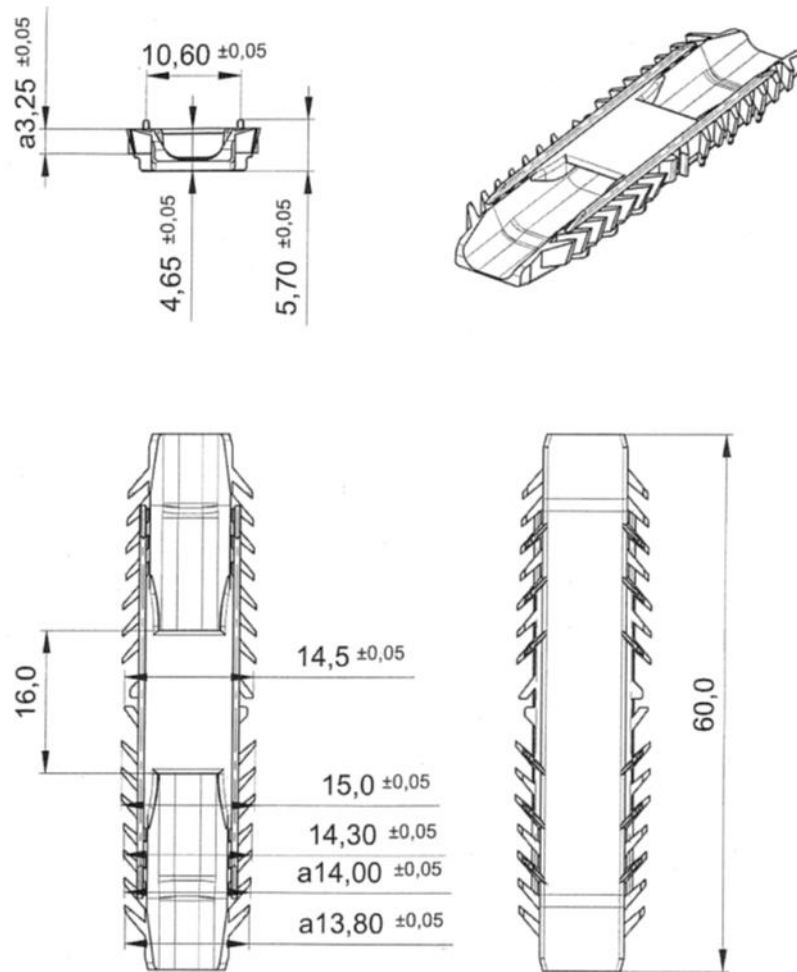
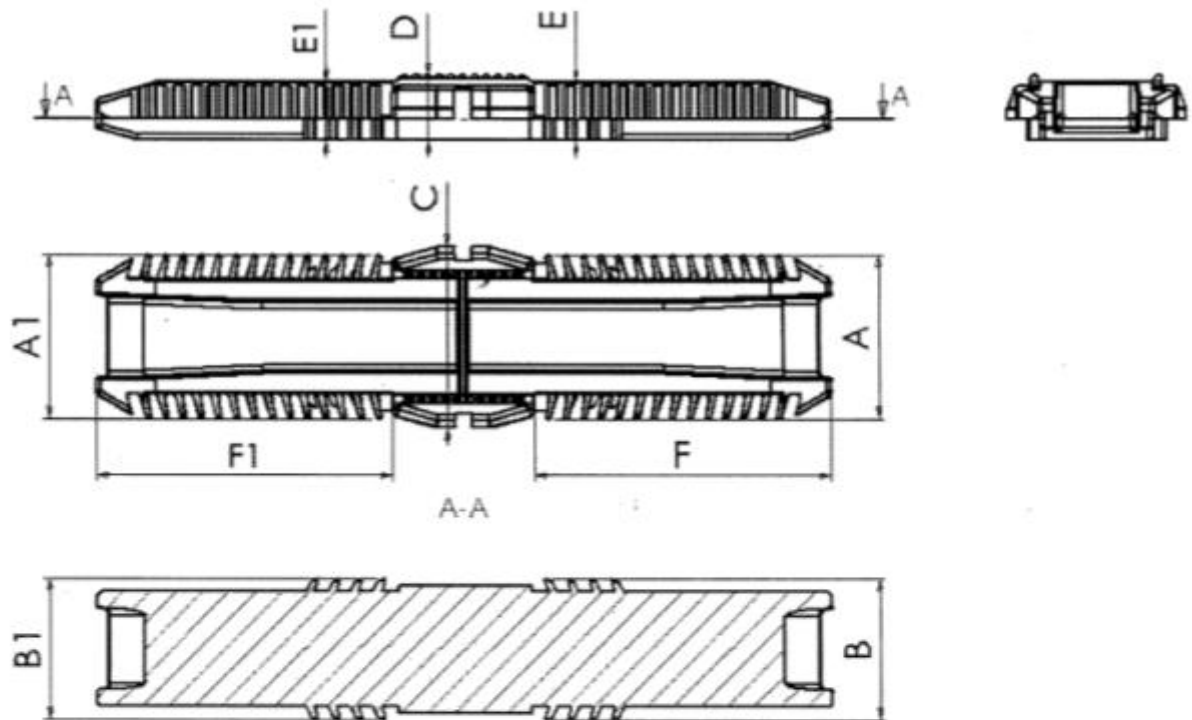
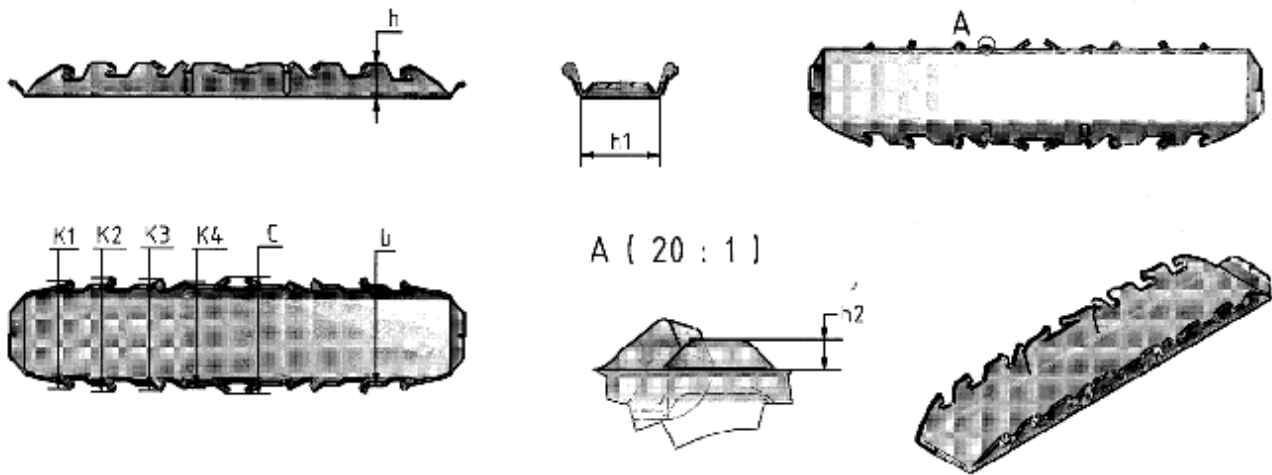


Figure 7-b – Exemple d'éclisses « type semi-pleine » (PA + 35% de fibres de verre) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication CERA)



		N 1	N 2	N 3	N 4
Maß	Soll Maß	Ist Maß	Ist Maß	Ist Maß	Ist Maß
A	13,75 +0,15	13,78	13,74	13,75	13,76
A1	13,75 +0,15	13,71	13,73	13,73	13,75
B	11,75 +0,15	11,76	11,78	11,77	11,76
B1	11,75 +0,15	11,73	11,75	11,76	11,74
C	15 +0,15	14,96	14,98	14,97	14,97
D	5,5 +0,15	5,50	5,54	5,48	5,48
E	4,9 +0,15	4,96	4,95	4,90	4,91
E1	4,9 +0,15	4,96	4,95	4,90	4,91
F	25,0 +0,2	25,00	25,00	25,00	25,00
F1	25,0 +0,2	25,00	25,00	25,00	25,00

Figure 8 - Exemple d'éclisses « type creuse » (PA + 30% de fibres de verre) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication Schmitz)



profil system	art.no.	art.name	Tab K1	Tab K2	Tab K3	Tab K4	Tab C	height h	stamping h2	main width b	main width b1	date
RT CT Ultra 16	1-0112-1637	SCL 16.4 RT CT Ultra DC matt	14,30 +0,10/-0,05	15,10 +0,10/-0,05	15,20 +0,10/-0,05	14,70 +0,10/-0,05	15,20 +0,13/-0,07	4,70 +0,05/-0,07	0,30 +0,10/-0,05	13,40 +0,10/-0,10	11,00 +0,10/-0,10	10.11.15

Figure 9 - Exemple d'éclisse en acier galvanisé pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication Kronenberg)

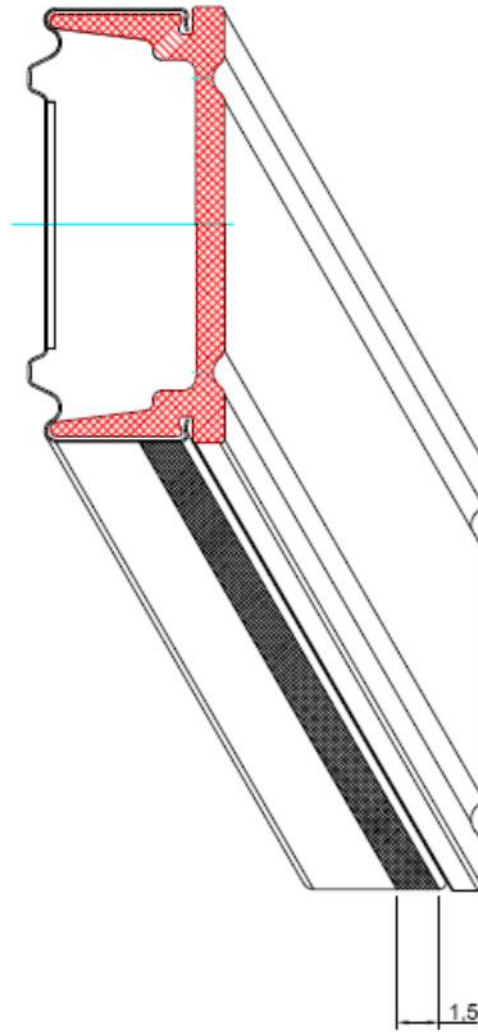


Figure 10 – Impression latérale par encre noire.