

Sur le procédé

CHROMATECH ULTRA S

Famille de produit/Procédé : Vitrage isolant

Titulaire(s) : **ROLLTECH A/S**

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
V3	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6-17-2365_V2. Cette version, présentée au GS6 du 28 juin 2023, intègre les modifications principales suivantes : mise à jour des contrôles et de la liste des mastics de scellement.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN
V4	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/17-2365_V3. Cette version, présentée au GS6 du 24 juin 2026, intègre les modifications principales suivantes : - Mise à jour versions espaceurs, - Mise à jour des contrôles en production.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

Descripteur :

Les vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA S sont constitués de deux feuilles de verre plan, séparées à la périphérie par un système de scellement dont l'espaceur également désigné CHROMATECH ULTRA S, est 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).

Ces espaceurs sont de couleur avec les tons suivants :

- Coloris blanc (équivalent RAL 9016),
- Coloris gris clair (équivalent RAL 7035),
- Coloris gris foncé (équivalent RAL 7040),
- Coloris marron clair (équivalent RAL 8003),
- Coloris marron foncé (équivalent RAL 8016),
- Coloris noir (équivalent RAL 9004).

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S existent en deux versions (version 1 et version 2), décrites dans le dossier technique. Les espaceurs pour lame d'air d'épaisseur entre 8 mm et 20 mm sont en version 2 et les espaceurs d'épaisseur pour lame d'air d'épaisseur 22 mm, 24 mm et 26 mm sont en version 1.

Ces espaceurs sont réalisés par la société ROLLTECH (Danemark).

Les vitrages CHROMATECH ULTRA S 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 S sont soit pliés, soit réalisés avec des équerres butylées sur les angles.

Les vitrages CHROMATECH ULTRA S 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 S permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S correspondant à des lames d'air/gaz de 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24 mm et 26 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.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
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.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Mise sur le marché.....	7
2.1.3.	Identification.....	7
2.2.	Description	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants	8
2.3.	Dispositions de conception	13
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	13
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 S – 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	17
2.6.	Traitement en fin de vie.....	17
2.7.	Assistance technique.....	17
2.8.	Fabrication et contrôles	18
2.8.1.	Fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S	18
2.8.2.	Fabrication des vitrages isolants	19
2.8.3.	Contrôles au niveau de l'usine de fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S	20
2.8.4.	Contrôles relatifs à la fabrication des vitrages isolants réalisés à partir d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S...20	
2.9.	Mention des justificatifs	20
2.9.1.	Résultats Expérimentaux	20
2.10.	Tableaux, figures et annexes 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. Vitrage mis en œuvre avec prise en feuillure sur 4 côtés

- Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions des vitrages CHROMATECH ULTRA S 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 paragraphe 2.3 du dossier technique.
- Les vitrages isolants avec espaceurs CHROMATECH ULTRA S sont utilisables dans des châssis de rigidité minimale, tel que défini dans le document FD DTU 36-5 P3.
- L'épaisseur de la lame d'air/gaz est de 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24 ou 26 mm selon la référence d'espaceur utilisée.
- Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA S peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame de gaz.
- Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA S peuvent également comporter des couches émargées ou non côté scellement.
- Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA S 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 NF P20-650-1 et NF 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 2.8 du Dossier Technique que cela soit en double vitrages ou en triple vitrages.
- Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions sont précisées au paragraphe 2.3 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 au paragraphe 2.3 du dossier technique du dossier technique.
- Le dimensionnement et les vérifications relatives aux vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA S, 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 S, 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 S 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

- a) 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.

b) Vitrages doubles ou triples mis en œuvre en VEC.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC les dispositions à mettre en œuvre sont précisées dans le cahier du CSTB 3488_V2 à l'article 2.3.2.2 et dans le DTU 39 P5.

1.2.1.3. Résistance au regard des contraintes climatiques

a) Vitrages doubles ou triples 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.

b) Vitrages doubles ou triples mis en œuvre en VEC

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

La méthode de dimensionnement du mastic de scellement donnée dans le dossier technique, les contraintes de travail admissibles retenues, et les justifications expérimentales fournies permettent d'estimer que le maintien du composant extérieur du vitrage isolant est convenablement assuré dans la mesure où des dispositions¹ permettant d'éviter sa chute seront prises, dans le cadre du système de façade ou de menuiseries, pour assurer normalement la sécurité en cas de défaillance du collage du joint de scellement du vitrage isolant.

Dans le cas de triple vitrage, la méthode de dimensionnement est également donnée dans le dossier technique et permet d'escompter un niveau de sécurité équivalent à celui des doubles vitrages moyennant la mise en place de dispositions équivalentes.

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. Sécurité incendie

Elle doit être appréciée dans les mêmes conditions que celles de façade ou de toiture comportant des éléments vitrés avec des vitrages de même nature.

1.2.1.6. 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 U_g de transmission thermique des vitrages des vitrages SSP et SSPP doit être conforme à la norme EN 673.

Dans le cas de vitrages SSP ou SSPP avec remplissage en gaz 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.

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 :

- Matériau thermoplastique à base polypropylène constituant les espaceurs CHROMATECH ULTRA S (version 1) : 0,25 W/(m.K),
- Matériau thermoplastique à base polypropylène constituant les espaceurs CHROMATECH ULTRA S (version 2) : 0,22 W/(m.K),
- Acier inoxydable constituant le feuil métallique des espaceurs CHROMATECH ULTRA S : 15 W/(m.K),
- Mastics de type polyuréthane ou polysulfure : 0,4 W/(m.K),
- Mastics de type silicone : 0.35 W/(m.K).

Isolation thermique – Coefficient « Ψ équivalent »

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

- 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 côté lame de gaz.

¹ Par disposition permettant de pallier une éventuelle défaillance du collage, on entend toute solution permettant de prévenir ou d'éviter que la chute du composant extérieur entier ou en morceaux de grande taille ne risque de blesser les personnes qui circulent dans les environs du bâtiment.

- 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 en aluminium ($e_{paroi} = 0,355$ mm) avec toutes les autres conditions étant égales par ailleurs.

	Valeur de « Ψ_{eq} »		
	CHROMATECH ULTRA S (version 1)	CHROMATECH ULTRA S (version 2)	Espaceur aluminium ($e_{paroi} = 0,355$ mm)
PS ou PU	0,095	0,094	0.145
SB	0,093	0,093	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.

1.2.1.7. Isolation acoustique

L'équivalence du comportement au regard de l'isolation acoustique des vitrages CHROMATECH ULTRA S 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 avec espaceurs CHROMATECH ULTRA S, la durabilité et l'étanchéité des produits constituant le joint périphérique, l'adhérence et les propriétés mécaniques afférentes, la mise en œuvre soit en feuillure drainée, soit en VEC bordé ou non bordé, ainsi que les dispositions prises lors de la fabrication des constituants et des vitrages isolants conduisent à considérer ce risque comme suffisamment faible dans des délais habituellement requis pour ce type de produit à partir du moment où la fabrication fait l'objet d'un suivi approprié.

1.2.3. Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre

Elles sont précisées dans le dossier technique.

Les dispositions prises par la société ROLLTECH sont propres à assurer la constance de qualité des espaceurs CHROMATECH ULTRA S. Le contrôle interne de fabrication fait l'objet d'un suivi du CSTB à raison de deux visites par an sur le site de Hjørring – Danemark.

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

De par 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 S sont commercialisés par la société ROLLTECH :

Rolltech A/S

Johs. E. Rasmussens Vej 12
DK-9800 Hjørring

Tél. : 00 45 96 23 33 43
Fax : 00 45 96 23 33 11
E-mail : info@rolltech.dk
Internet : www.rolltech.dk

Les vitrages avec espaceurs CHROMATECH ULTRA S 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 CHROMATECH ULTRA S 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.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S comportent un marquage précisant sa référence. Le marquage est fait tous les mètres environ et comporte l'indication RT-CU, 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 S 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 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).

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

Ces espaceurs sont fabriqués par la société ROLLTECH dans l'usine de HJØRRING (DANEMARK) et peuvent être pour le composant thermoplastique de ton de couleur différent. Les coloris sont les suivants :

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

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S existent en deux versions (version 1 et version 2), décrites dans ce dossier.

Les espaceurs pour lame d'air d'épaisseur entre 8 mm et 20 mm sont en version 2 et les espaceurs d'épaisseur pour lame d'air d'épaisseur 22 mm, 24 mm et 26 mm sont en version 1.

Les vitrages isolants CHROMATECH ULTRA S 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 S 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 S 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 S 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).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages avec espaceurs CHROMATECH ULTRA S sont fabriqués avec les produits verriers suivants :

- Verre étiré (NF EN 572-4).
- Glace non colorée de 3 à 15 mm (NF EN 572-2).
- Glace teintée de 3 à 15 mm (NF EN 572-2).
- Les vitrages imprimés avec relief côté scellement correspondent à ceux prévus dans la certification CEKAL ou équivalent.
- Glace trempée conforme à la norme NF EN 12150-1+A1.
- Glace thermotrempe conforme à la norme NF EN 1863.
- Vitrages feuilletés conformes aux normes NF EN 14449 et 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 (NF 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 S

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S sont fabriqués dans l'usine ROLLTECH de Hjørring (Danemark).

L'espaceur CHROMATECH ULTRA S 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) chargé pour la paroi côté lame d'air/gaz. Il comprend par ailleurs des retours latéraux en recouvrement avec l'acier inoxydable. Dans sa version 2, la charge du polypropylène est réduite par rapport au polypropylène de la version 1 de l'espaceur.

Ces espaceurs permettent de réaliser des lames d'air/gaz de 8 mm à 26 mm.

Une représentation et les dimensions et tolérances relatives aux espaceurs Chromatech Ultra S est donnée sur le tableau 1 et la figure 1 (CHROMATECH ULTRA S de 10 mm, 16 mm et 24 mm sur la figure 1).

La définition de l'élément thermoplastique à base polypropylène (PP) constitutif de l'espaceur CHROMATECH ULTRA S et ses caractéristiques dimensionnelles sont précisées à la fois au tableau 1.

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 10088-1:2023 et de 0,10 mm d'épaisseur.

La conductivité thermique de l'acier inoxydable correspondant à la classe 1.4372 selon NF EN 10088-1:2023 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) dans le cas des espaceurs version 1 et de 0,22 W/(m.K) dans le cas des espaceurs version 2.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S sont réalisés pour les coloris suivants :

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

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

Les différentes désignations des espaceurs CHROMATECH ULTRA S selon les épaisseurs, conditionnements et présence ou non d'éclisses sont données dans les tableaux suivants :

Références espaceurs 6 m (conditionnement sans éclisses)		
Dimensions	Cond. boîte	Cond. container
8 mm	CUS0860103	CUS0861103
10 mm	CUS1060103	CUS1061103
12 mm	CUS1260103	CUS1261103
13 mm	CUS1360103	CUS1361103
14 mm	CUS1460103	CUS1461103

15 mm	CUS1560103	CUS1561103
16 mm	CUS1660103	CUS1661103
18 mm	CUS1860103	CUS1861103
20 mm	CUS2060103	CUS2061103
22 mm	CUS2260103	CUS2261103
24 mm	CUS2460103	CUS2461103
26 mm	CUS2660103	CUS2661103

Les références des espaceurs listées dans ce tableau, sont valables pour la version 1. **Dans le cas des espaceurs CHROMATECH ULTRA S version 2**, le chiffre 2 est intercalé en 6^e position, après les lettres CUS et les chiffres désignant la largeur de l'espaceur.

Le code couleur, à savoir 9004 (noir), 9016 (blanc), 7035 (gris clair), 7040 (gris foncé), 8003 (marron clair) ou 8016 (marron foncé) est ajouté aux codes ci-dessus pour l'identification correspondante. La référence complète pour l'intercalaire CHROMATECH ULTRA S de 16 mm noir en conditionnement boîte est CUS1660103 9004.

Références espaceurs 6 m (conditionnement avec éclisses)		
Dimensions		
	Conditionnement boîte avec éclisse acier montée	Conditionnement container avec éclisse nylon montée
8 mm	CUS0861113	CUS0861143
10 mm	CUS1061113	CUS1061143
12 mm	CUS1261113	CUS1261143
13 mm	CUS1361113	CUS1361143
14 mm	CUS1461113	CUS1431143
15 mm	CUS1561113	CUS1561143
16 mm	CUS1661113	CUS1661143
18 mm	CUS1861113	CUS1861143
20 mm	CUS2061113	CUS2061143
22 mm	CUS2261113	CUS2261143
24 mm	CUS2461113	CUS2461143
26 mm	CUS2661113	CUS2661143

Les références des espaceurs listées dans ce tableau, sont valables pour la version 1. **Dans le cas des espaceurs CHROMATECH ULTRA S version 2**, le chiffre 2 est intercalé en 6^e position, après les lettres CUS et les chiffres désignant la largeur de l'espaceur.

Le code couleur, à savoir 9004 (noir), 9016 (blanc), 7035 (gris clair), 7040 (gris foncé), 8003 (marron clair) ou 8016 (marron foncé) est ajouté aux codes ci-dessus pour l'identification correspondante. La référence complète pour l'intercalaire CHROMATECH ULTRA S de 16 mm noir en container livré avec éclisse nylon montée est CUS1661143 9004.

Les précisions relatives aux perforations sont également précisées sur le tableau 1.

Les caractéristiques dimensionnelles de l'élément en PP sont données au tableau 1.

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	38,3	22,4
10	42,0	31,0
12	45,8	39,5
13	47,7	43,8
14	49,5	48,1
15	51,4	52,4
16	53,2	56,6
18	57,0	65,2
20	60,7	73,7
22	64,4	82,3
24	68,1	90,8
26	71,9	99,4

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

2.2.2.4. Equerres d'angles

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

Equerres 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 références sont données dans les tableaux ci-après, varient selon le lieu d'approvisionnement.

Dimensions	ROLLTECH	
	Gris	Noir
8 mm	CEECU08	CEECU08S
10 mm	CEECU10	CEECU10S
12 mm	CEECU12	CEECU12S
13 mm	CEECU13	CEECU13S
14 mm	CEECU14	CEECU14S
15 mm	CEECU15	CEECU15S
16 mm	CEECU16	CEECU16S
18 mm	CEECU18	CEECU18S
20 mm	CEECU20	CEECU20S
22 mm	CEECU22	CEECU22S
24 mm	CEECU24	CEECU24S

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

Dimensions	CERA	
	Gris	Noir
8 mm	01.808.CU1	01.808.CU1/5
10 mm	SP01CU10	SP01CU10/5
12 mm	SP01CU12	SP01CU12/5
13 mm	01.813.CU1	01.813.CU1/5
14 mm	SP01CU14	SP01CU14/5
15 mm	SP01CU15	SP01CU15/5 01.815.CU1/5
16 mm	SP01CU16	SP01CU18/5
18 mm	SP01CU18	SP01CU18/5
20 mm	SP01CU20	SP01CU20/5
22 mm	01.820.CU1	01.820.CU1/5
24 mm	01.824.CU1	01.824.CU1/5

Equerres d'angles pré-butylées de la société S&T Components

Les équerres rigides (angles à 90°), représentées sur la Figure 2-b, sont réalisées en polyamide (PA) chargé de fibres de verre (à 30 %) et sont fabriquées par la société S&T Components en six coloris : noir, gris clair, gris, marron clair, marron foncé, blanc.

Ces équerres comportent feuil en acier inoxydable 1.4301 positionné sur la surface extérieure de l'équerre et sont pré-butylées (plots de butyl assurant la liaison avec les espaceurs).

Ces équerres doivent être stockées dans un endroit frais, sec et propre, à température ambiante. Dans ces conditions, la durée de stockage ne doit pas dépasser 1 an.

Les références et les caractéristiques du conditionnement sont les suivantes :

Dimensions	S&T Components		
	Référence	Dimension du carton	Quantité par carton
12 mm	141012-XX	280×240×290	2000
14 mm	141014-XX	280×240×290	1800
16 mm	141016-XX	390×290×250	2500
20 mm	141020-XX	280×240×290	2000

XX = 02 (noir), 03 (blanc), 05 (marron clair), 06 (marron foncé), 17 (gris clair) ou 20 (gris).

2.2.2.4.2. Equerres 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.

On distingue les références 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.

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.

Ces équerres peuvent être directement fournies par la société CERA GmbH.

Les références sont données dans le tableau ci-après :

Références équerres rigides pour remplissage en gaz dit manuel (comportant un trou)		
Dimensions	ROLLTECH	
	Gris	Noir
10 mm	CEECU10MH	CEECU10MH5
12 mm	CEECU12MH	CEECU12MH5
14 mm	CEECU14MH	CEECU14MH5
15 mm	CEECU15MH	CEECU15MH5
16 mm	CEECU16MH	CEECU16MH5
18 mm	CEECU18MH	CEECU18MH5
20 mm	CEECU20MH	CEECU20MH5
Dimensions	CERA	
	Gris	Noir
10 mm	001.860.CU1	001.860.CU1/5
12 mm	001.862.CU1	001.862.CU1/5
14 mm	001.864.CU1	001.864.CU1/5
15 mm	001.865.CU1	001.865.CU1/5
16 mm	001.866.CU1	001.866.CU1/5
18 mm	001.868.CU1	001.868.CU1/5
20 mm	001.870.CU1	001.870.CU1/5

Equerres d'angle associées sans trous		
Dimensions	ROLLTECH	
	Gris	Noir
10 mm	CEECU10UH	CEECU10UH5
12 mm	CEECU12UH	CEECU12UH5
14 mm	CEECU14UH	CEECU14UH5
15 mm	CEECU15UH	CEECU15UH5
16 mm	CEECU16UH	CEECU16UH5
18 mm	CEECU18UH	CEECU18UH5
20 mm	CEECU20UH	CEECU20UH5
Dimensions	CERA	
	Gris	Noir
10 mm	01.860.CU1	01.860.CU1/5
12 mm	01.862.CU1	01.862.CU1/5
14 mm	01.864.CU1	01.864.CU1/5
15 mm	01.865.CU1	01.865.CU1/5
16 mm	01.866.CU1	01.866.CU1/5
18 mm	01.868.CU1	01.868.CU1/5
20 mm	01.870.CU1	01.870.CU1/5

Elles sont représentées sur la figure 2-c.

Ces équerres peuvent être directement achetées chez CERA.

2.2.2.4.3. Equerres d'angles pliables

Elles sont fournies par KRONENBERG. Elles ne sont pas spécifiques aux espaceurs CHROMATECH ULTRA S.

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

Elles sont en polypropylène.

Les références sont données dans le tableau ci-après.

Epaisseur lame air/gaz	Repères équerres pliables (E.KRONENBERG)
8 mm	1-6270-0801 PCM 08 SF-01
10 mm	1-6270-1000 PCM 10 SF-01
12 mm	1-6270-1201 PCM 12 SF-01
14 mm	1-6270-1401 PCM 14 SF-01
15 mm	1-6270-1501 PCM 15 SF-01

16 mm	1-6270-1601 PCM 16 SF-01
18 mm	1-6270-1801 PCM 18 SF-01
20 mm	1-6270-2001 PCM 20 SF-01

Comme ces équerres pliables ne sont pas spécifiques aux espaceurs CHROMATECH ULTRA S, 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 moléculaire.

Elles sont représentées sur la figure 2-d.

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) soit en polyamide chargé de 25 % de fibres de verre, soit en acier galvanisé adaptées à la géométrie interne des espaceurs CHROMATECH ULTRA S. Ces éclisses sont fabriquées par CERA lorsqu'elles sont en polyamide chargée de fibres de verre (coloris gris ou noir, version creuse ou semi-pleine) ou bien par E. KRONENBERG lorsqu'elles sont en acier galvanisé.

Les références des éclisses suivant les épaisseurs des lames d'air sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Références éclisses rigides courantes CERA en polyamide chargé de fibres de verre		
Dimensions	ROLLTECH	
	Gris	Noir
8 mm	CELCU08SP02	CELCU08SP025
10 mm	CELCU10SP02	CELCU10SP025
12 mm	CELCU12SP02	CELCU12SP025
13 mm	CELCU13SP02	CELCU13SP025
14 mm	CELCU14SP02	CELCU14SP025
15 mm	CELCU15SP02	CELCU15SP025
16 mm	CELCU16SP02	CELCU16SP025
18 mm	CELCU18SP02	CELCU18SP025
20 mm	CELCU20SP02	CELCU20SP025
22 mm	CELCU22SP02	CELCU22SP025
24 mm	CELCU24SP02	CELCU24SP025

Références éclisses rigides courantes en polyamide chargé de fibres de verre (CERA)		
Dimensions	CERA	
	Gris	Noir
8 mm	SP 02.508.CU1	SP 02.508.CU1/5
10 mm	SP 02CU10	SP 02.CU10/5
12 mm	SP 02CU12	SP 02.CU12/5
14 mm	SP 02.CU14	SP 02.CU14/5
15 mm	SP 02CU15	SP 02.CU15/5
16 mm	SP 02CU16	SP 02.CU16/5
18 mm	SP 02CU18	SP 02.CU18/5
20 mm	SP 02.CU20	SP 02.CU20 /5
22 mm	SP 02.CU22	SP 02.CU22 /5
24 mm	SP 02CU24	SP 02.CU24 /5

Dimensions	ROLLTECH galva brut	Kronenberg galva brut
8 mm	CUSCL08	1-0112-0814
10 mm	CUSCL10	1-0112-1020
12 mm	CUSCL12	1-0112-1227
13 mm	CUSCL13	1-0112-1307
14 mm	CUSCL14	1-0112-1432
15 mm	CUSCL15	1-0112-1518
16 mm	CUSCL16	1-0112-1643
18 mm	CUSCL18	1-0112-1820
20 mm	CUSCL20	1-0112-2016
22 mm	CUSCL22	1-0112-2210
24 mm	CUSCL24	1-0112-2408
26 mm	CUSCL26	1-0112-2600

Références éclisses rigides type semi-pleine en polyamide chargé de fibres de verre (CERA)		
Dimensions	CERA (“5” pour la couleur noire)	Rolltech (couleur noire uniquement)
12 mm	SP 02 CUS 12 P/5	CELCUS12P5
14 mm	SP 02 CUS 14 P/5	CELCUS14P5
15 mm	SP 02 CUS 15 P/5	CELCUS15P5
16 mm	SP 02 CUS 16 P/5	CELCUS16P5
18 mm	SP 02 CUS 18 P/5	CELCUS18P5
20 mm	SP 02 CUS 20 P/5	CELCUS20P5
22 mm	SP 02 CUS 22 P/5	CELCUS22P5
24 mm	SP 02 CUS 24 P/5	CELCUS24P5

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

Lorsqu'elles sont en polyamide chargé de fibres de verre, elles existent en deux coloris (gris et noir).

Les dessins des éclisses sont donnés sur les figures 3-a et 3-b (éclisses en polyamide chargé de fibres de verre de CERA) et figures 3-c (éclisses en acier galvanisé de E. KRONENBERG).

Il peut être également utilisé les éclisses Schmitz, en polyamide sans fibres de verre, pour insertion manuelle au moment de la réalisation des cadres, qui existent pour les espaceurs Chromatech Ultra S d'épaisseur 10 mm, 12 mm, 13 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm et 18 mm. Ces éclisses ont respectivement les références 10S, 12S, 13S, 14S, 15S, 16S, et 18S.

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 S peuvent être réalisés :

- Avec 4 angles pliés et comporter une ou le cas échéant deux éclisses (équipement Glaston Germany, LISEC, FOREL, Rottler und Rüdiger und Partner GmbH, RJUKAN ou LOMBARDA).
- Avec espaceurs CHROMATECH ULTRA S 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 (Rijukan).
- 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. Scellement

Les mastics de scellement utilisés sont les suivants :

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

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.

2.2.3. Données environnementales

Les données environnementales sont uniquement issues des éléments fournis par le titulaire et ne font l'objet d'aucune prescription du groupe spécialisé.

Elles ont pour objet de servir au calcul réglementaire de la performance énergétique et environnementale des bâtiments (RE2020), dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

Aucune donnée environnementale couvrant les vitrages isolants désignés « CHROMATECH ULTRA S » n'est disponible sur INIES. Le produit étant un sous-composant, il n'est pas destiné à être directement mis en œuvre dans un ouvrage.

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, 24 mm et 26 mm.

Il est possible d'assembler en vitrages CHROMATECH ULTRA S 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 S 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 26 mm.

La vérification des épaisseurs des vitrages (déformations et contraintes admissibles, résistance aux chocs thermiques, résistance aux chocs) est réalisée suivant les référentiels en vigueur.

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, suivant la norme [NF P78-470](#),
- 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 : $h_{ci} = 3.6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$,
- Coefficient d'échange superficiel extérieur : $h_{ce} = 8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$,
- 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, et dans tous les cas pour la vérification des contraintes dans les produits verriers, un calcul est réalisé au cas par cas.

Le calcul est réalisé à partir des informations suivantes :

- Hauteur et largeur du vitrage isolant,
- Épaisseur des produits verriers,
- Type des produits verriers (recuit, trempé « durci » ou feuilleté),
- Épaisseur 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).

Dans le cas de triple 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 ».

Dans certains cas, un pré-équilibrage, ou un équilibrage in-situ, pourra s'avérer nécessaire. Dans le cas d'équilibrage sur le lieu de pose il ne sera pas pris en compte le remplissage en gaz pour l'évaluation des performances thermiques.

2.3.2.2. Vérifications – Vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA S 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 S 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 » :

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

Où :

$q_u = 1,5 \text{ W}$ 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 :

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

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.

2.3.2.4. 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 $+ 1,4 \text{ mm} - 0,5 \text{ mm}$.

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 S – Manutention, transport

En attendant leur mise en œuvre, les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs CHROMATECH ULTRA S 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 S comportent par ailleurs un marquage. Le marquage est fait tous les mètres environ et comporte l'indication RT-CUS suivie 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 S 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 S 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 opposés 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.

Les hypothèses utilisées pour le calcul des efforts dans les joints de scellement et des contraintes dans les produits verriers selon le paragraphe 2.3.2 devront correspondre aux caractéristiques du lieu de mise en œuvre.

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

Les vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA S 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 S 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 S 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 S 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 S non bordé.

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

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

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

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

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

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

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

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

2.6. Traitement en fin de vie

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

2.7. Assistance technique

En cas de besoin d'une assistance technique, la société ROLLTECH basée à Hjörning, au Danemark, peut être contactée. A défaut d'une filière de recyclage identifiée, l'espaceur sera traité comme un déchet ordinaire

2.8. Fabrication et contrôles

2.8.1. Fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S sont fabriqués dans l'usine ROLLTECH de Hjørring (Danemark).

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S 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.

L'acier inoxydable est délivré sous forme de bobines, et le feuillet est mis en forme à partir d'un train de rouleaux. La surface de l'acier inoxydable est préparée pour l'adhésion au polypropylène sur sa face intérieure, et au butyl et au scellement sur sa face extérieure.

Le profilé en acier inoxydable est ensuite rempli de polypropylène, dans la bonne couleur. Le remplissage est fait de manière à créer un espace creux. La chambre intérieure peut contenir du déshydratant, et la partie supérieure du plastique est perforée pour assurer une connexion entre le déshydratant et la chambre du vitrage isolant. La dimension des perforations est contrôlée pour assurer l'absorption de l'humidité et pour prévenir le passage de poussière de déshydratant vers la chambre du vitrage isolant.

Après refroidissement de l'espaceur, ceux-ci sont regroupés et coupés à la bonne longueur, généralement 6 m ou suivant la demande des clients.

Les espaceurs sont conditionnés en boîte carton ou en containers.

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S peuvent être utilisés avec des équerres ou des éclisses (telles que décrites aux paragraphes 2.4 et 2.5). Celles-ci peuvent être insérées par ROLLTECH, ou directement par le client.

Un lot d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S correspond à la fabrication d'une épaisseur donnée, dans un coloris donné et la quantité dépend de l'ordre de fabrication.

Conditionnement

Les espaceurs CHROMATECH ULTRA S sont livrés conditionnés soit dans des boîtes (cartons), soit dans des containers en acier (« stillage ») à retourner à ROLLTECH.

Les conditionnements avec indication des métrages et ceux des accessoires sont donnés dans le tableau suivant.

Conditionnement espaceurs			
Epaisseur	Quantité en mètres (barres 6m)		Quantité en mètres (barres 5m)
	Boîte carton	Container	Boîte carton
8	1.152	15.744	960
10	960	12.672	800
12	768	10.368	640
13	672	9.216	560
14	672	9.216	560
15	576	8.448	480
16	576	8.064	480
18	480	7.296	400
20	480	6.144	400
22	384	5.376	320
24	384	5.376	320

Conditionnement accessoires			
Epaisseur	Eclisses aciers	Eclisses CERA (PA + GF)	Equerres CERA (PA + GF)
8	2500	5000	2000
10	2500	5000	5000
12	2500	5000	5000
13	2500	5000	5000
14	2500	5000	5000
15	2500	5000	5000
16	2000	5000	5000
18	1500	5000	5000
20	1500	4000	4000
22	1500	3500	3500
24	1500	3000	2500

Les conditionnements comportent systématiquement un étiquetage qui comprend au minimum :

- Le nom et l'adresse du fabricant « ROLLTECH »,

- Le type d'espaceur « S »,
- La référence de l'espaceur (telle qu'indiquée au paragraphe 2.2),
- Le numéro de production attribué par ROLLTECH associé à un code barre (liée à la date de production, par traçabilité),
- La quantité totale d'espaceur (en mètre linéaire), la longueur de chaque barre.

2.8.2. Fabrication des vitrages isolants

2.8.2.1. Dispositions spécifiques aux espaceurs CHROMATECH ULTRA S

Le stockage des espaceurs CHROMATECH ULTRA S 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 S sont manipulées (acheminement vers la zone de pliage par exemple). Les profilés CHROMATECH ULTRA S 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 S 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 S dont la hauteur du profilé est de 6.85 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 S 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 S 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 S, 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 S 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 S 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 S.

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

Si les espaceurs CHROMATECH ULTRA S 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 (émargeage 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 :

- À partir de deux trous réalisés sur l'espaceur CHROMATECH ULTRA S (comme dans le cas d'espaceur métallique) avec rebouchage reconstituant deux barrières,
- À 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.

2.8.2.3. Stockage des vitrages avec espaceurs Chromatech Ultra S

Des dispositions doivent être prises pour qu'il n'y ait pas de contraintes excessives telles que :

- Stockage vertical légèrement incliné (6° recommandé),
- Les surfaces d'appuis doivent être les surfaces de référence,
- Les conditions d'appuis ne doivent pas permettre le glissement relatif de deux verres, l'un par rapport à l'autre.

2.8.3. Contrôles au niveau de l'usine de fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S

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

2.8.3.1. Matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S

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 ROLLTECH pour chacun des lots livrés. Par ailleurs, la société ROLLTECH contrôle l'adhérence une fois par semaine sur un échantillon d'acier inoxydable avec un scellement polysulfure ou polyuréthane.

2.8.3.2. Contrôles sur la ligne de fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S

Les paramètres importants (dimensions, perforation, aptitude au pliage, compatibilité avec les éclisses et équerres...) sont vérifiés par les opérateurs pour chaque ordre de fabrication.

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

2.8.3.3. Contrôles sur produits finis réalisés sur les espaceurs CHROMATECH ULTRA S

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

Les dispositions en place permettent d'assurer la traçabilité au regard de chaque lot de matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs CHROMATECH ULTRA S, et l'ensemble des contrôles correspondants est enregistré.

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

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, de l'aptitude au pilage, de la teneur en matières volatiles.

2.8.4. Contrôles relatifs à la fabrication des vitrages isolants réalisés à partir d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S

Les cartons ou les racks d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S doivent être systématiquement stockés dans des locaux secs et aérés. Les conditions d'appui (supports) ne doivent pas être susceptibles de générer de déformation (surfaces planes généralement).

La température minimale pour la fabrication doit être de 15°C.

Les contrôles sur matières premières, en cours de fabrication et sur produits finis, sont ceux prévus dans la norme NF EN 1279-6 et ceux réalisés dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.

Dans le cas de VEC, les essais selon l'ETAG 002 tableau 10 devront être réalisés.

Ces contrôles sont cependant complétés par les suivants :

- Contrôle visuel permanent de l'aspect des cadres CHROMATECH ULTRA S (poussière, empreintes digitales...),
- Contrôle visuel permanent du butylage des équerres,
- Contrôle permanent du bon positionnement des cadres à la mise en place et sur produits finis.

Ces vitrages font par ailleurs l'objet du marquage CE.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

- Essais de « fogging » réalisés selon la norme EN 1279-6 :2004 annexe C sur vitrages isolants avec espaceur CHROMATECH ULTRA S, butyl Fenzi Butylver et mastic de scellement polysulfure Fenzi Thiover. Rapport d'essais n°89211271-01 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 17 mars 2017.
- Essai relatif à l'exposition de barres de 2m d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S en 16mm (coloris noir RAL 9004) à 168 cycles de climat variable selon l'ancienne norme NF P 78-451. Rapport d'essais BV17-0944 du 20 juillet 2017.
- 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.
- Etude thermique relative à la détermination du coefficient désigné « ψ équivalent » (ψ_{eq}) pour les espaceurs CHROMATECH ULTRA S. Rapport d'étude CSTB n°BV17-14186 du 21 novembre 2017.
- 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 S incluant un remplissage sur 2 côtés de tamis moléculaire (déshydratant référence PHONOSORB 555 de GRACE), des équerres d'angles pré-butylées (S&T Components GmbH) et avec remplissage gaz argon. Butyl de référence GD115 (KÖMMERLING) et mastic de scellement silicone bi-composant de référence DC 3363 (DOW CORNING). Rapport d'essai n°BV17-1449 du 10 novembre 2017.
- Essai suivant la norme EN 1279-2 :2002 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S, butyl butylver de Fenzi et mastic DC 3362 de Dow Corning. Rapport d'essai n°892103861-01 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 13 janvier 2017.
- Essai suivant la norme EN 1279-3 :2002 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S, butyl butylver de Fenzi et mastic DC 3362 de Dow Corning. Rapport d'essai n°89210386-02 rev.01 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 9 février 2017.
- Essai suivant la norme EN 1279-2 :2002 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S, butyl butylver de Fenzi et mastic Thiover de Fenzi. Rapport d'essai n°89210386-03 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 13 janvier 2017.
- Essai suivant la norme EN 1279-3 :2002 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S, butyl butylver de Fenzi et mastic Thiover de Fenzi. Rapport d'essai n°89210386-04 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 9 janvier 2017.
- Essai suivant la norme EN 1279-2 :2002 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S, butyl butylver de Fenzi et mastic Poliver de Fenzi. Rapport d'essai n°89210138-01 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 20 octobre 2016.
- Essai suivant la norme EN 1279-3 :2002 sur vitrages isolants équipés d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S, butyl butylver de Fenzi et mastic Poliver de Fenzi. Rapport d'essai n°8921138-02 du TÜV Rheinland Nederland B.V du 20 octobre 2016.
- Essais d'adhésivité-cohésion réalisés avec les mastics de scellement GD 920, GD 677NA et GD 116, et des espaceurs avec plissements transversaux et sans plissements transversaux du feuil inox. Rapports du CEBTP n°BEB6.H.3065-01, BEB6.H.3065-02, BEB6.H.3065-03, BEB6.H.3065-04, BEB6.H.3065-05 et BEB6.H.3065-06.
- Essai relatif à l'exposition de barres de 2m d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S en 16mm (coloris noir RAL 9004) à 168 cycles de climat variable suivant NF DTU39 P1-2 annexe B. Rapport d'essais BV20-0162 du 13/03/2020.
- Rapport d'étude thermique pour la détermination du coefficient ψ_{eq} de l'espaceur Chromatech Ultra S version 2.
- Essai relatif à l'exposition de barres de 2m d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S (version 2) en 16mm (coloris noir RAL 9004) à 168 cycles de climat variable suivant NF DTU39 P1-2 annexe B. Rapport d'essais BV20-0719 de juillet 2020.
- Essais d'adhésivité-cohésion réalisés avec les mastics de scellement GD 920, GD 677 NA et GD 116 NA. Rapports du CEBTP n° BEB6.H.3065-01, n° BEB6.H.3065-02, n° BEB6.H.3065-03, BEB6.H.3065-04, BEB6.H.3065-05 et BEB6.H.3065-06. Rapport BEB6.G.3053-02.
- Essais selon EN 1279-2 et EN 1279-3 sur vitrages avec butyl Butylver de Fenzi, Poliver GP-AC de Fenzi (Rapports d'essais TUV 89207707-01 Rev.01 et 89206968-01 Rev.01 du 24 avril 2015).
- Essai d'adhésivité-cohésion avec Eco pur CBD fluide, rapport ift 19-002100 du 30/10/2019.
- Essai d'adhésivité-cohésion avec Thiover F/1 W de Fenzi (rapport d'essai BEB6.L .3002.02 du CEBTP, de 2021).
- Essai d'adhésivité-cohésion avec Tenaglass-PU FR de Tenachem (rapport d'essai n°14-000429-PR05 de septembre 2014).

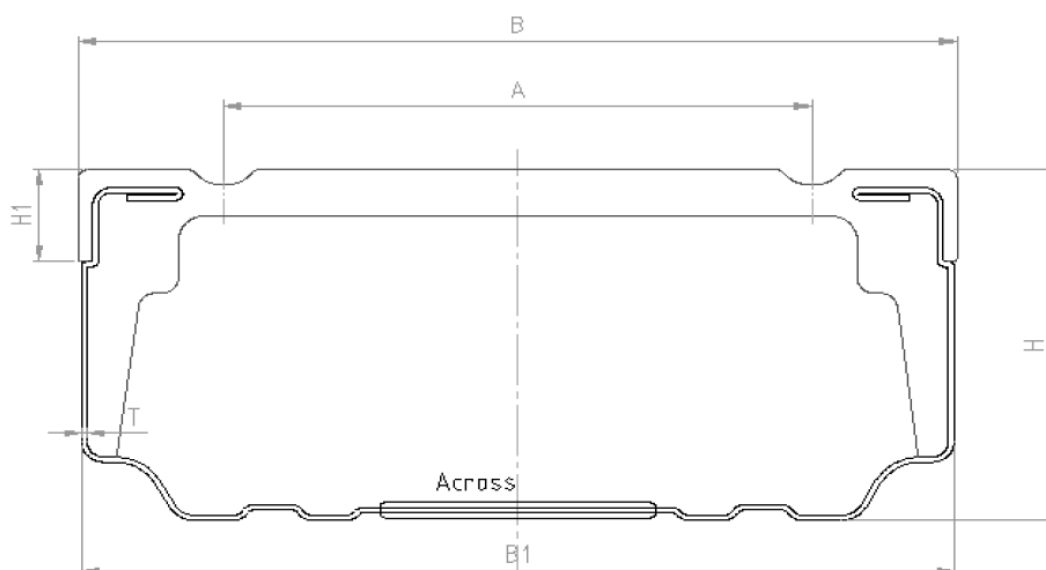
2.10. Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique

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

Référence de l'espaceur	H +0.15/ - 0.05 [mm]	H1 -0,1 / + 0,5 [mm]	Plissements transversaux (présence)	B +/- 0.15 [mm]	B1 -0,05 +0,25 [mm]	A +/- 0.1 [mm]	*T Epaisseur feuil inox [mm]
CUS 08	6.85	1.8	Non	7.6	7.5	2.45	0.10
CUS 10	6.85	1.8	Non	9.6	9.5	4,45	0.10
CUS 12	6.85	1.8	Oui	11.6	11.5	6,45	0.10
CUS 13	6.85	1.8	Oui	12.6	12.5	7,45	0.10
CUS 14	6.85	1.8	Oui	13.6	13.5	8,45	0.10
CUS 15	6.85	1.8	Oui	14.6	14.5	9,45	0.10
CUS 16	6.85	1.8	Oui	15.6	15.5	10,45	0.10
CUS 18	6.85	1.8	Oui	17.6	17.5	12,45	0.10
CUS 20	6.85	1.8	Oui	19.6	19.5	14,45	0.10
CUS 22	6.85	1.8	Oui	21.5*	21.5	16,45	0.10
CUS 24	6.85	1.8	Oui	23.5*	23.5	18,45	0,10
CUS 26	6.85	1.8	Oui	25.5*	25.5	20,45	0,10

Note : dans ce tableau, la référence de l'espaceur est complétée par -1 dans le cas des espaceurs version 1 (par exemple CUS 22-1) et par -2 dans le cas des espaceurs version 2.

* : B [mm] +0, 10 / - 0,30



Dimensions complémentaires :

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.

La dimension h est de 3,84 mm dans le cas des espaceurs version 1, et de 4,16 mm dans le cas des espaceurs version 2.

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.

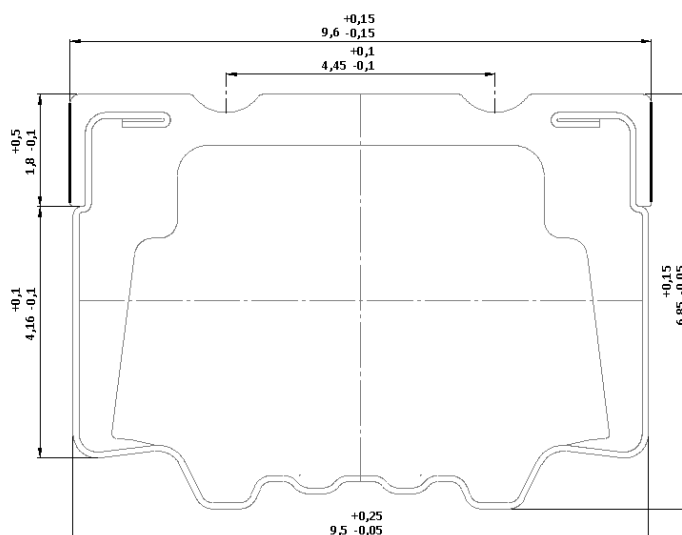
Tableau 2 – Contrôles principaux

Contrôles sur matières premières relatifs aux espaceurs CHROMATECH ULTRA S			
	Paramètres	Type contrôle	Fréquence
Acier inoxydable	Adhérence	Adhérence polysulfure ou polyuréthane	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
Primaire	Références matière	Certificat conformité	Chaque lot
Contrôles en cours de production relatifs aux espaceurs CHROMATECH ULTRA S			
Éléments contrôlés	Paramètres	Type contrôle	Fréquence
Colle	Quantité et position	Bonne adéquation à la production	Chaque lot
Contrôles sur produits finis relatifs aux espaceurs CHROMATECH ULTRA S			
Éléments contrôlés	Méthode	Fréquence	Enregistrement
Hauteur (H)	Pied à coulisse	Chaque 30 minutes ou 4000m	Informatique
Longueur (L à ± 10 mm)	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 feuil / polypropylène	Visuel et contrôle destructif		
Couleur	Visuel (échantillons de référence)		
Dimensions intérieures	Insertion connecteurs		
Ondulation acier côté scellement	Pied à coulisse		
Adhérence espaceur/scellement jusqu'à rupture	Test de traction	1 fois par semaine	
Contrôle couleur : Détermination du deltaE	Colorimètre	Dans le cadre d'une qualification	Informatique
Adhérence feuil / polypropylène	Test de pelage	1 fois par semaine	Informatique
Adhérence espaceur / scellement	Test de pelage	1 fois par semaine	Informatique

Figure 1 – Exemples d'espaceurs CHROMATECH ULTRA S : 10 mm, 16 mm et 24 mm

CHROMATECH ULTRA S 10 (version 2)

CUS 10-2



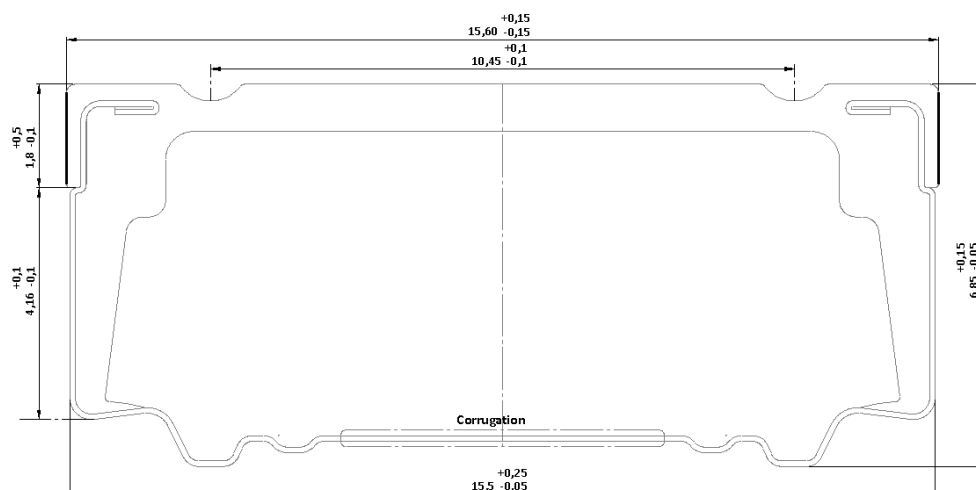
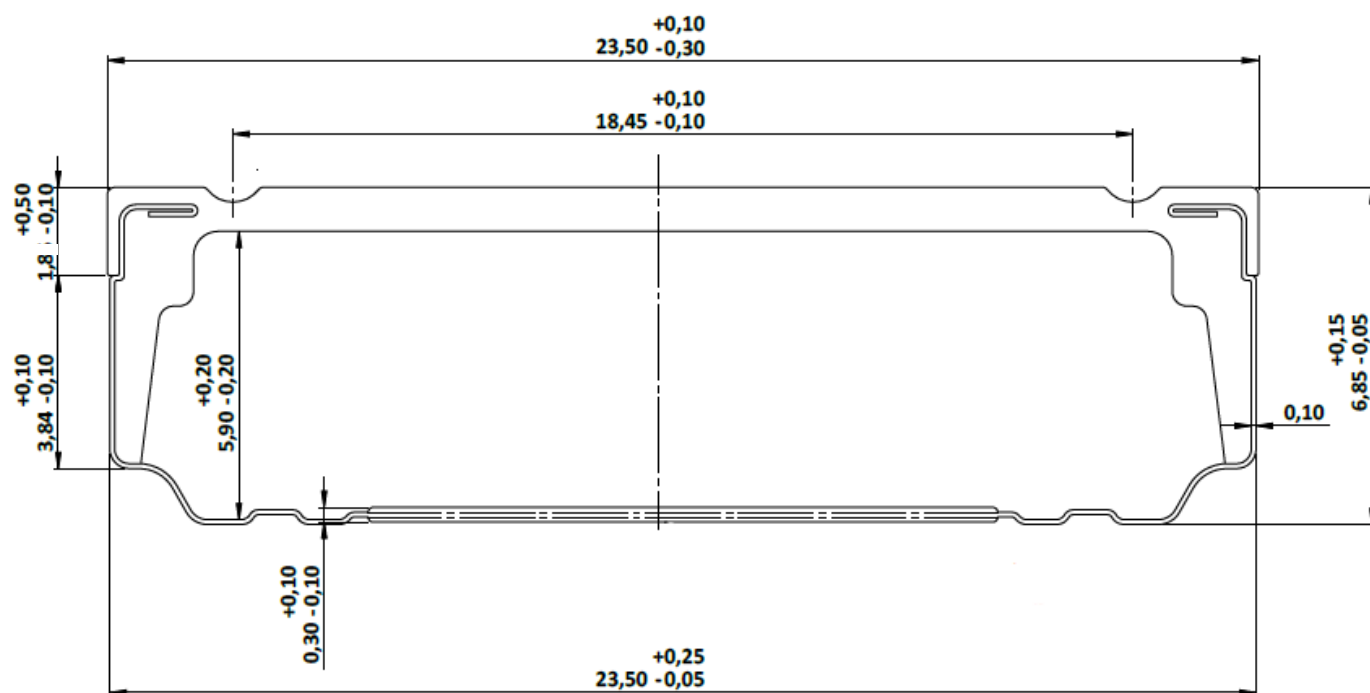
CHROMATECH ULTRA S 16 (version 2)**CUS 16-2****CHROMATECH ULTRA S 24 (version 1)****CUS 24-1**

Figure 2-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)

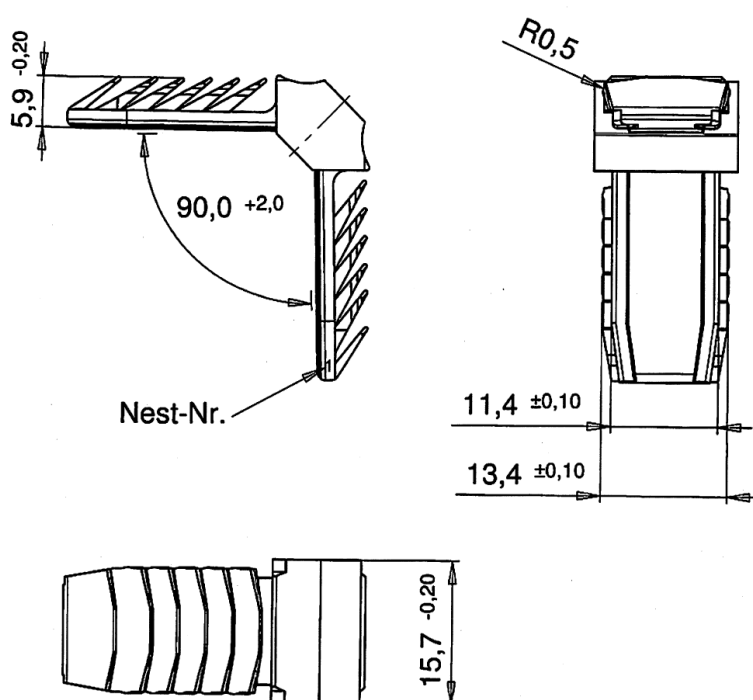
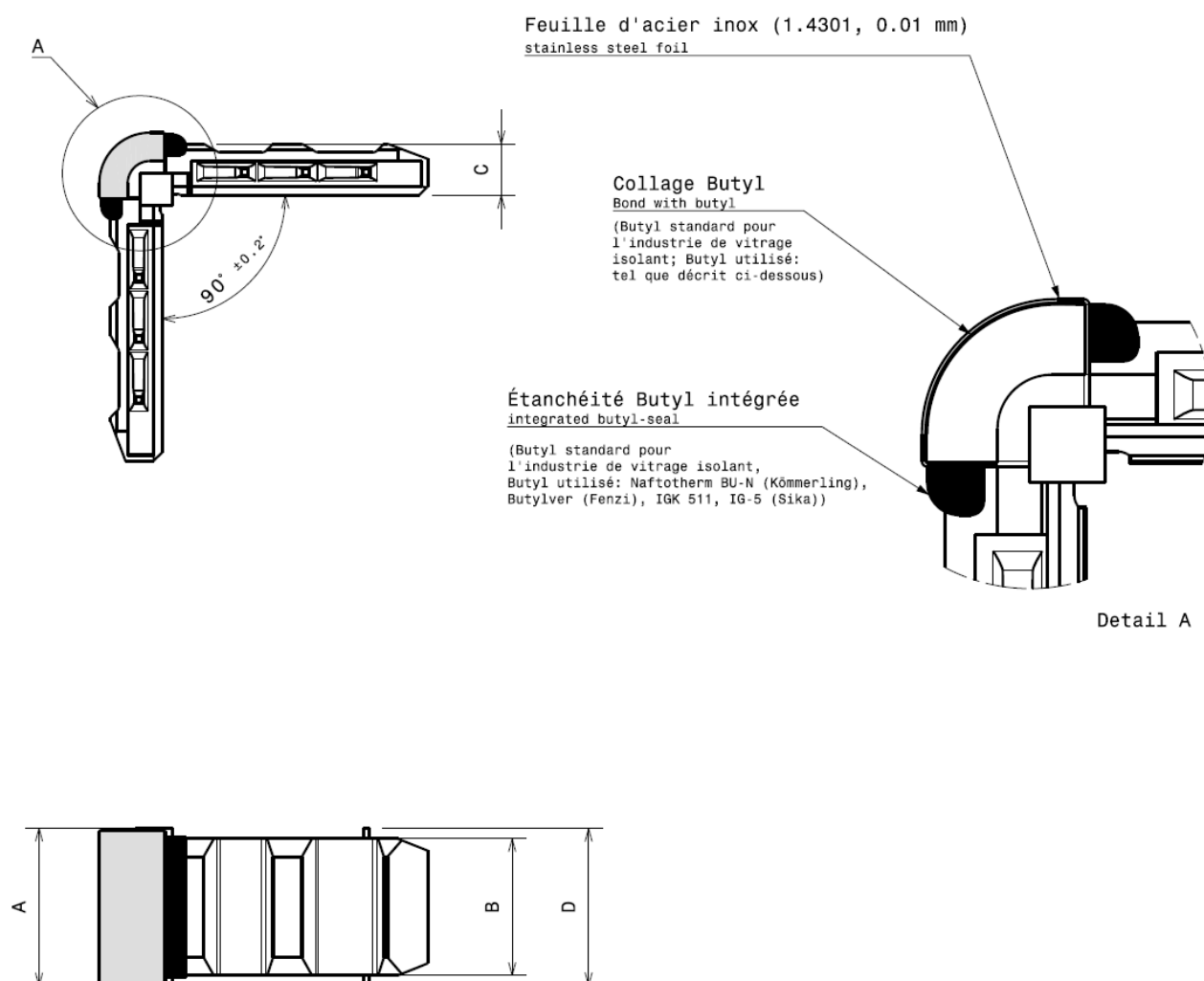


Figure 2-b – Equerres d'angle rigides prébutylées (PA + 30% de fibres de verre) (fabrication S&T Components)

Type	A	B	C	D (Longueur de fil) (pin length)
12mm	11,55 ± 0,2	9,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2	11,3 ± 0,3
14mm	13,55 ± 0,2	11,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2	13,5 ± 0,3
16mm	15,55 ± 0,2	13,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2	15,5 ± 0,3
18mm	17,55 ± 0,2	15,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2	17,5 ± 0,3
20mm	19,55 ± 0,2	17,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2	19,5 ± 0,3

Figure 2-c – 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).

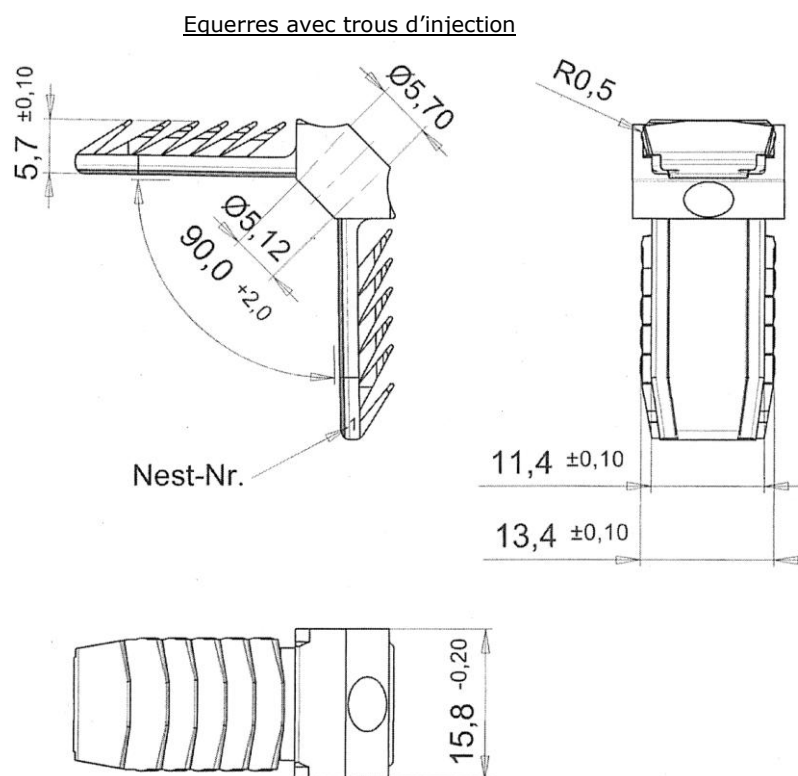


Figure 2-d – Représentation schématique des équerres d'angle flexibles (fabrication KRONENBERG).

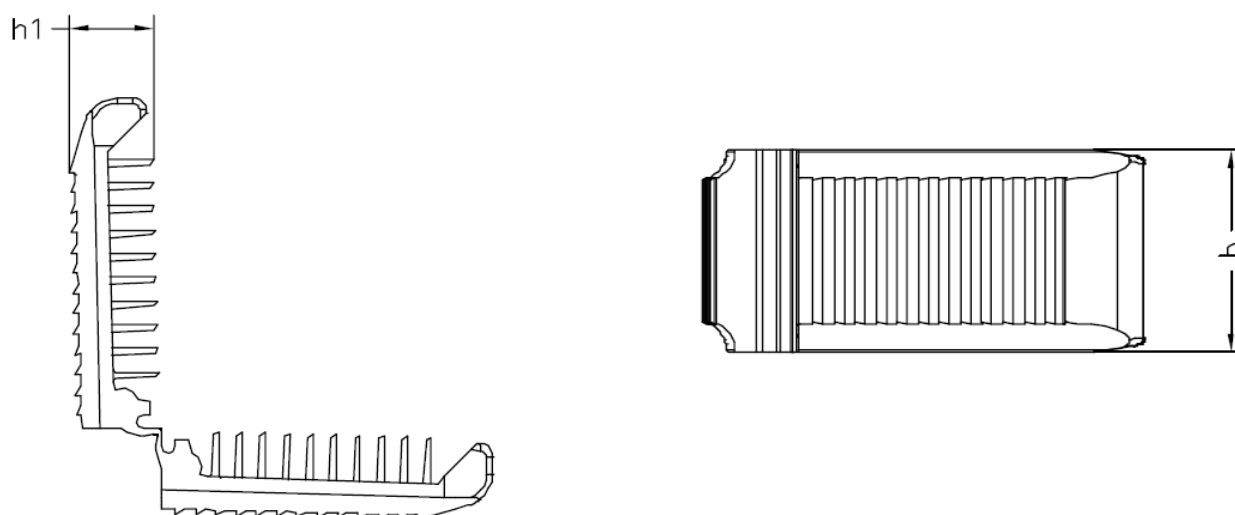


Figure 3-a – Exemple d'éclisses « type (a) creuse » (PA + 35% de fibres de verre) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication CERA)

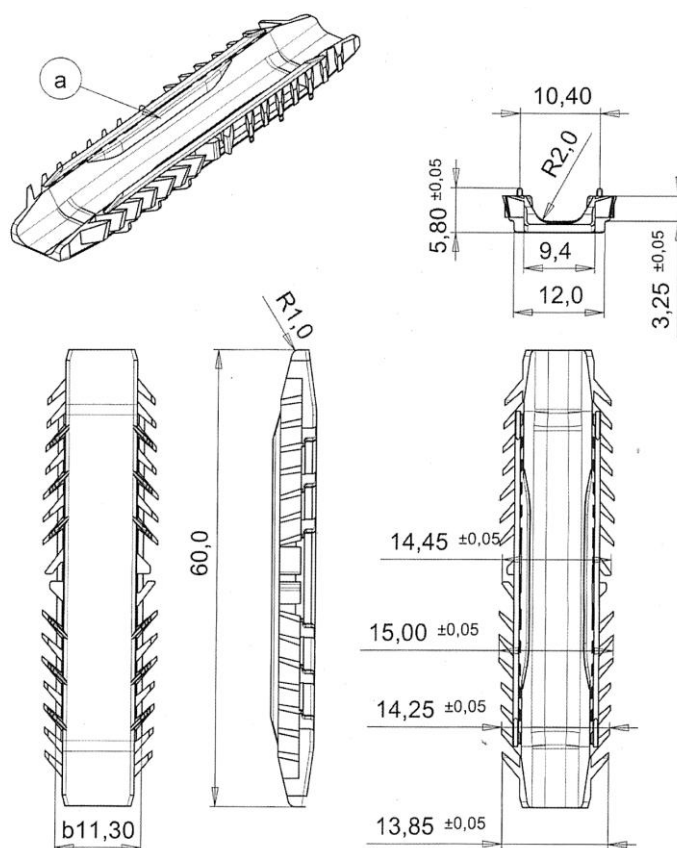


Figure 3-b – Exemple d'éclisses « type semi-pleine » (PA + 35% de fibres de verre) pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication CERA)

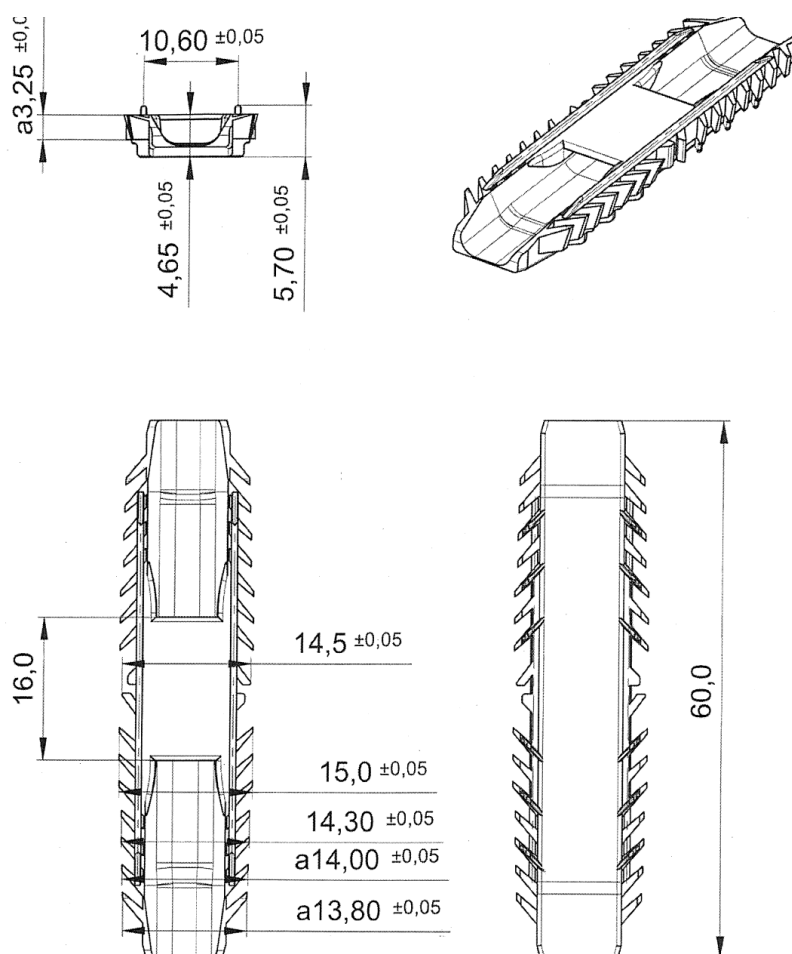
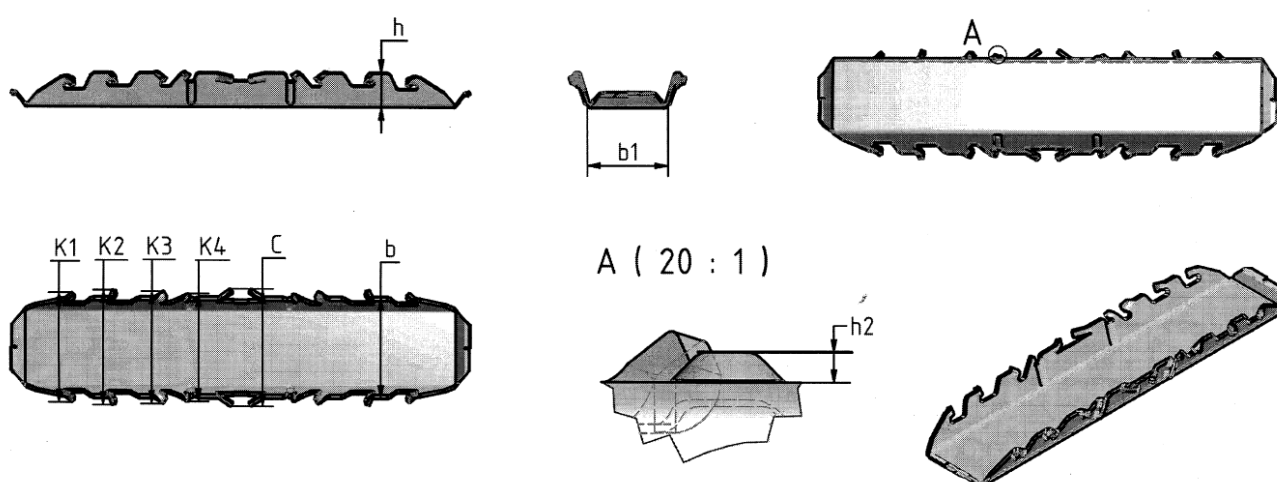


Figure 3-c – Exemple d'éclisse en acier galvanisé pour une lame d'air d'épaisseur de 16 mm (fabrication Kronenberg)



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