

Sur le procédé

THERMIX TX Pro

Famille de produit/Procédé : Vitrage isolant

Titulaire : 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
V2	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/20-2408_V1. Cette version qui a été présentée au GS6 le 28 juin 2023 intègre les modifications principales suivantes : - Modification poids de tamis. - Ajout équerres. - Changement fréquence de contrôle.	FAISANT Yann	MARTIN Pierre
V3	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/20-2408_V2. Cette version qui a été présentée au GS6 le 24 juin 2026 intègre une modification des tolérances des parois des espaceurs.	FAISANT Yann	MARTIN Pierre

Descripteur :

Les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs THERMIX TX Pro sont constitués sur leur périphérie par un profilé espaceur à base de polypropylène comportant une armature constituée par un feuillet en acier inoxydable.

Le système de vitrages isolants avec espaceurs THERMIX TX Pro permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

Les espaceurs THERMIX TX Pro sont extrudés par la société ALU-PRO dans l'usine de NOALE (Italie). Le profilé est constitué par du polypropylène et il comporte par ailleurs un feuillet en acier inoxydable collé sur la zone située côté butyl et scellement et tel que précisé au paragraphe 2.2 et sur les dessins du dossier technique. Pour les épaisseurs supérieures ou égales à 10 mm il comporte des armatures selon la description donnée au paragraphe 2.2 du Dossier Technique

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro comportent par ailleurs une barrière d'étanchéité en butyl et un scellement de type thermofusible, polysulfure, polyuréthane ou silicone

Les espaceurs THERMIX TX Pro peuvent être réalisés avec 7 différents coloris.

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro visés dans le cadre de ce document Technique d'Application présentent par ailleurs les caractéristiques suivantes :

- Les cadres sont pliés ou bien ils sont réalisés à partir d'équerres et dans ce cas les équerres sont butylées.
- Dans le cas de 3 angles pliés et d'une équerre sur le quatrième angle, celle-ci peut ne pas être butylée.
- Ils comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement.
- Ils sont généralement remplis de gaz argon (scellement thermofusible, polysulfure, polyuréthane ou silicone).
- Ils peuvent comporter des croisillons intégrés dans la lame d'air/gaz.

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés).

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro sont mis en œuvre soit avec une prise en feuillure sur 4 côtés, soit avec une prise en feuillure sur 2 côtés

Les espaceurs THERMIX TX Pro peuvent par ailleurs être utilisés pour la fabrication de triples vitrages. Ce type de réalisation nécessite des dispositions particulières (vérification au cas par cas...).

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.	Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Mode de commercialisation	8
2.1.1.	Coordonnées.....	8
2.1.2.	Mise sur le marché	8
2.1.3.	Identification	8
2.2.	Description	8
2.2.1.	Principe.....	8
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	9
2.2.3.	Données environnementales	12
2.3.	Dispositions de conception	12
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	12
2.3.2.	Vérifications spécifiques	13
2.3.3.	Tolérances de fabrication.....	15
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	15
2.4.1.	Stockage des vitrages isolants, Manutention, transport	15
2.4.2.	Marquage	15
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.	Assistante technique	17
2.8.	Fabrication et contrôles	17
2.8.1.	Fabrication des espaceurs THERMIX TX Pro.....	17
2.8.2.	Fabrication des vitrages isolants	18
2.8.3.	Contrôles.....	19
2.9.	Mention des justificatifs	19
2.9.1.	Résultats expérimentaux	19
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 THERMIX TX Pro 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 THERMIX TX Pro 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 THERMIX TX Pro peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame de gaz.
- Les vitrages isolants THERMIX TX Pro peuvent également comporter des couches émargées ou non côté scellement.
- Les vitrages isolants THERMIX TX Pro peuvent être réalisés avec une lame de gaz remplie avec de l'argon (scellement thermofusible 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 2.2.2.8 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 THERMIX TX Pro, seront faits par application du cahier du CSTB n° 3488_V2.

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

Si nécessaire, les vitrages isolants avec espaceurs THERMIX TX Pro, 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 THERMIX TX Pro 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 4.2.2.2.2 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.

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 œuvre 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 Ug de transmission thermique des vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro 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 THERMIX TX Pro : 0,25 W/(m.K).
- Les fils en acier des espaceurs THERMIX TX Pro ont un diamètre de 0,7 mm. La conductivité thermique correspondante est de 50 W/(m.K).
- Pour les caractéristiques thermiques des espaceurs THERMIX TX Pro, il pourra être pris en compte une conductivité thermique équivalente de 0,31 W/(m.K) correspondant à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,85 mm).
- Pour l'acier inoxydable constituant le feuil métallique des espaceurs THERMIX TX Pro : 15 W/(m.K) avec une épaisseur nominale 0,09 mm.
- Pour le mastic thermofusible : 0,24 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 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.
- 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} »	
	Espaceur THERMIX TX Pro	Espaceur aluminium ($e = 0,355$ mm)
Scellement thermofusible	0,091	0,144
Scellement polysulfure ou polyuréthane	0,095	0,145
Scellement silicone	0,094	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

Les essais et mesures de performance acoustique réalisés sur des vitrages 4/16/4 avec composant verrier à couche de 1,23 m x 1,48 m avec des espaceurs THERMIX TX.N, butyl, scellement polyuréthane et remplissage gaz argon peuvent être considérés comme extrapolables aux espaceurs THERMIX TX Pro et ont donné une valeur $R_{A,tr} = R_w + C_{tr} = 27$ dB (essais réalisés selon les modalités de la norme NF EN ISO 140-3).

A titre d'information, des essais et mesures de performance acoustique réalisés sur des vitrages 4/16/4 avec composant verrier à couche de 1,23 m x 1,48 m avec espaceurs aluminium, butyl, scellement polyuréthane et remplissage argon ont donné une valeur $R_{A,tr} = R_w + C_{tr} = 27$ dB (essais réalisés selon les modalités de la norme NF EN ISO 140-3).

1.2.2. Durabilité

Le risque principal pour un vitrage isolant est l'embuage. Pour les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro, 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.

Au regard des investigations expérimentales réalisées, les coloris apparaissent bien stabilisés, les variations éventuelles de teintes devraient être très limitées dans le temps.

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 ALU-PRO sont propres à assurer la constance de qualité des espaceurs THERMIX TX Pro. 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 avec espaceurs THERMIX TX Pro doit suivre les instructions données par ALU-PRO

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

L'équilibrage in situ est prévu. Cependant les opérations correspondantes sont délicates à réaliser. Le Groupe Spécialisé n°6 a retenu qu'il ne devait pas être pris en compte de remplissage en gaz argon pour les calculs dans cette configuration.

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 THERMIX TX Pro 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 THERMIX TX Pro visés par ce Document Technique d'Application sont produits par des fabricants bénéficiant de la certification CEKAL ou équivalent pour ce procédé.

2.1.2. Mise sur le marché

Les vitrages avec espaceur THERMIX TX Pro 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.

Par ailleurs les espaceurs THERMIX TX Pro comportent tous les 1,50 mètres environ, un marquage indiquant la référence de l'espaceur (TX PRO), accompagnée d'identifiants relatifs à la date, à l'heure et à la ligne de fabrication.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs THERMIX TX Pro sont constitués sur leur périphérie par un profilé espaceur à base de polypropylène comportant une armature constituée par un feuillet en acier inoxydable.

Le système de vitrages isolants avec espaceurs THERMIX TX Pro permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

Les espaceurs THERMIX TX Pro sont extrudés par la société ALU-PRO dans l'usine de NOALE (Italie). Le profilé est constitué par du polypropylène et il comporte par ailleurs un feuillet en acier inoxydable collé sur la zone située côté butyl et scellement et tel que précisé au paragraphe 2.2 et sur les dessins du dossier technique. Pour les épaisseurs supérieures ou égales à 10 mm il comporte des armatures selon la description donnée au paragraphe 2.2 du Dossier Technique

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro comportent par ailleurs une barrière d'étanchéité en butyl et un scellement de type thermofusible, polysulfure, polyuréthane ou silicone selon les précisions données au paragraphe 2.8.

Les espaceurs THERMIX TX Pro peuvent être réalisés avec 7 différents coloris.

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro visés dans le cadre de ce document Technique d'Application présentent par ailleurs les caractéristiques suivantes :

- Les cadres sont pliés ou bien ils sont réalisés à partir d'équerres et dans ce cas les équerres sont butylées.
- Dans le cas de 3 angles pliés et d'une équerre sur le quatrième angle, celle-ci peut ne pas être butylée.
- Ils comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement.
- Ils sont généralement remplis de gaz argon (scellement thermofusible, polysulfure, polyuréthane ou silicone).
- Ils peuvent comporter des croisillons intégrés dans la lame d'air/gaz.

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés).

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro sont mis en œuvre soit avec une prise en feuillure sur 4 côtés, soit avec une prise en feuillure sur 2 côtés (bandes filantes avec utilisation de mastic silicone suivant le paragraphe 2.8, ou en VEC (utilisation du mastic silicone selon le paragraphe 2.8).

Les espaceurs THERMIX TX Pro peuvent par ailleurs être utilisés pour la fabrication de triples vitrages. Ce type de réalisation nécessite des dispositions particulières (vérification au cas par cas...).

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages isolants avec espaceur **THERMIX TX Pro** sont fabriqués avec les produits verriers plans suivants :

- Verre étiré (NF EN 572.4).
- Glace non colorée de 4 à 15 mm (NF EN 572.2).
- Glace teintée de 4 à 15 mm (NF EN 572.2).
- Verre imprimé correspondant à la NF EN 572.5 avec une face imprimée positionnée côté lame d'air gaz selon certification CEKAL ou équivalent).
- Glace trempée (NF EN 12150-1).
- Glace thermotrempe conforme à la norme EN 1863.
- Vitrages feuilletés PVB conformes à la 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), sauf dans le cas de réalisation d'essais spécifiques satisfaisants.
- Vitrages dépolis acide Matelux et Satinovo avec face traitée côté scellement.
- Vitrages dépolis hors zone de scellement en face 2 ou 3.

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 THERMIX TX Pro

La représentation des espaceurs THERMIX TX Pro est donnée sur la figure 1 pour l'épaisseur de 8 mm et sur la figure 2 pour les épaisseurs de 10 mm à 24 mm.

Ils sont élaborés dans l'usine de NOALE (Italie).

L'espaceur THERMIX TX Pro est un profilé en polypropylène, comportant un feuillet en acier inoxydable sur les faces latérales et sur la zone destinée à recevoir le scellement. Les espaceurs comportent par ailleurs pour des épaisseurs égales ou supérieures à 10 mm des fils de 0,7 mm de diamètre disposés à l'intérieur du polypropylène comme représenté sur la figure 2.

Les fils sont en acier et la conductivité thermique est de 50 W/(m.K) et leur diamètre est de 0,7 mm.

La conductivité thermique du polypropylène (pas de fibres de verre) est de 0,22 W/(m.K).

Les aciers inoxydables utilisés correspondent aux désignations 1.4301 ou 1.4372. La conductivité thermique donnée pour ces aciers inoxydables (épaisseur nominale 0,09 mm) est de 15 W/(m.K).

Les espaceurs THERMIX TX Pro sont réalisés selon 7 coloris, à savoir :

- Noir,
- Gris clair (similaire à teinte RAL 7035),
- Gris foncé (similaire à teinte RAL 7045).
- Blanc (similaire à RAL 9016 Traffic white FK 38085),
- Gris (similaire à RAL 7040 Window grey FK 37609),
- Brun clair (similaire à RAL 8003 Clay brown FK 37610),
- Brun foncé (similaire à RAL 8016 Mahogany brown FK 37611).

Les différentes désignations et géométries des espaceurs sont précisées ci-après :

- TX Pro 8 mm,
- TX Pro 10 mm,
- TX Pro 12 mm,
- TX Pro 13 mm,
- TX Pro 14 mm,
- TX Pro 15 mm,
- TX Pro 16 mm,
- TX Pro 18 mm,
- TX Pro 20 mm,
- TX Pro 22 mm,
- TX Pro 24 mm.

La face des espaceurs côté lame d'air comporte de fines stries longitudinales.

Les dimensions et tolérances relatives aux profilés THERMIX TX Pro, sont données dans le tableau 1.

Les dimensions des perforations sont de 0,3 mm de largeur environ et de 2 à 3 mm de longueur environ. Elles sont situées sur 1 ligne centrale avec une distance entre elles d'environ 15 mm.

- Les espaceurs Thermix TX Pro peuvent comporter sur les rives latérales une impression d'encre de couleur noire d'une hauteur de 1.85 mm maximum, en partie sur la zone en acier inoxydable située côté lame d'air/gaz. Une représentation est donnée sur la figure 16.

Les différentes désignations des espaceurs THERMIX TX Pro selon les épaisseurs, conditionnements et présence ou non d'éclisses sont données dans les tableaux suivants :

Lame d'air/gaz (mm)	REFERENCE THERMIX TX Pro			
	Noir ~ RAL 9005	Gris clair ~ RAL 7035	Gris ~ RAL 7040	Gris ~ RAL 7045
8	T075NR	T075GR	T075GD	T075GS
10	T095NR	T095GR	T095GD	T095GS
12	T115NR	T115GR	T115GD	T115GS
13	T125NR	T125GR	T125GD	T125GS
14	T135NR	T135GR	T135GD	T135GS
15	T145NR	T145GR	T145GD	T145GS
16	T155NR	T155GR	T155GD	T155GS
18	T175NR	T175GR	T175GD	T175GS
20	T195NR	T195GR	T195GD	T195GS
22	T215NR	T215GR	T215GD	T215GS
24	T235NR	T235GR	T235GD	T235GS
Lame d'air/gaz (mm)	Blanc ~ RAL 9016	Brun clair ~ RAL 8003	Brun foncé ~ RAL 8016	Noir ~ RAL 9005 avec flancs peints
8	T075BI	T075MC	T07C5MS	T075NV
10	T095BI	T095MC	T095MS	T095NV
12	T115BI	T115MC	T115MS	T115NV
13	T125BI	T125MC	T125MS	T125NV
14	T135BI	T135MC	T135MS	T135NV
15	T145BI	T145MC	T145MS	T145NV
16	T155BI	T155MC	T155MS	T155NV
18	T175BI	T175MC	T175MS	T175NV
20	T195BI	T195MC	T195MS	T195NV
22	T215BI	T215MC	T215MS	T215NV
24	T235BI	T235MC	T235MS	T235NV

- Le 1er caractère est la lettre « T » et correspond au type d'article désigné « THERMIX ».
- Le 2ème, le 3ème et le 4ème caractère sont des chiffres et indiquent la largeur B1 de l'espaceur au 1/10 de mm (Cf le tableau 1).
- Le 5ème et le 6ème caractère sont des lettres et indiquent le code couleur : « NR » pour le coloris noir, « GR » pour gris clair, « GD » pour gris foncé RAL 7040, « GS » pour gris foncé RAL 7045, « 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 7ème caractère est un chiffre et indique la longueur totale de l'espaceur conditionné, « 6 » pour 6 m ; « 5 » pour 5 m.
- Le 8ème caractère est la lettre « P ».
- Le 9ème et le 10ème caractère sont des lettres et indiquent le type de conditionnement.
- Les 11ème, 12ème, 13ème et 14ème caractère sont des chiffres et correspondent au client : 2500 (CEKAL), 0001...9999.
- 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 : « AN » pour une éclisse Kronenberg en acier, « SB » pour une éclisse Schmitz, « PU » pour une éclisse CERA grise, « PB » pour une éclisse CERA noire.

Les conditionnements comportent systématiquement un étiquetage (étiquettes adhésives aux dimensions 100x80mm qui comprend au minimum :

- Le nom du fabricant « ALU-PRO »,
- La dénomination « THERMIX » profile,
- Le code produit (défini ci-dessus, qui est différent selon le conditionnement, par boîte ou container) avec la désignation du coloris de l'espaceur « RALXXXX » (selon le nuancier RAL Classic),
- 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),
- La quantité totale d'espaceur (en mètre linéaire).

L'étiquette adhésive des espaceurs THERMIX TX Pro comprend spécifiquement un rectangle plein vertical de couleur déposée par impression en partie droite de l'étiquette.

2.2.2.3. Déshydratant

Le déshydratant utilisé est de type tamis moléculaire, de référence Phonosorb 555 de la société grâce ou Molver MGM 01 de la société FENZI.

Il pourra être utilisé d'autres déshydratants employés dans le cadre d'une certification (CEKAL ou équivalent) ou permettant d'atteindre des performances équivalentes.

Le remplissage en déshydratant est réalisé sur deux côtés (1 petit côté et 1 grand côté ou bien 2 grands côtés) ou bien sur quatre côtés.

Les cadres espaceurs peuvent être pliés, même dans le cas de vitrages en forme avec des angles inférieurs à 45°.

Les cadres espaceurs peuvent également être réalisés à partir de 4 équerres et dans ce cas les angles sont systématiquement « butylés ».

Dans le cas de 3 angles pliés et d'une équerre sur le quatrième angle, celle-ci peut ne pas être butylée.

Les masses de tamis moléculaire par mètre d'espaceur sont données dans le tableau suivant. Ces indications sont données sur la base de tamis moléculaire Molver MGM01.

Type	Masse indicative de tamis par mètre linéaire d'espaceur Molver MGM01
8	21 g ± 10%
10	26 g ± 10%
12	35 g ± 10%
13	39 g ± 10%
14	41 g ± 10%
15	46 g ± 10%
16	51 g ± 10%
18	57 g ± 10%
20	63 g ± 10%
22	74 g ± 10%
24	82 g ± 10%

2.2.2.4. Équerres d'angle

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

Trois types d'équerres sont spécifiques aux espaceurs **THERMIX TX pro**, à savoir :

2.2.2.4.1. Équerres d'angle rigides courantes

Elles sont en polypropylène ou polyamide chargé de fibres de verre dans le cas des équerres fournies par ALU-PRO et fabriquées par Schmitz, coloris noir ou gris (similaire RAL 7035), selon figure 3 (pour une épaisseur de 8 mm), selon figure 4 (pour épaisseurs 10 mm, 12 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 20 mm) et selon figure 5 (pour épaisseurs 22 mm et 24 mm). Les références sont données dans le tableau 5 (équerres d'angles rigides).

Elles sont en polyamide chargé de 25% de fibres de verre dans le cas des équerres fournies par ALU-PRO et fabriquées par CERA, coloris noir ou gris (similaire RAL 7035), selon figure 6 et tableau 6

Elles sont en polyéthylène (PE) dans le cas des équerres fournies par ALU-PRO et fabriquées par Erdos, coloris noir ou gris (similaire RAL 7035), selon figure 7 et tableau 7. Elles ont une épaisseur de 5,3 mm.

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 8, sont réalisées en polyéthylène (PE) et sont fabriquées par la société Erdos en coloris deux coloris : gris et noir. Elles ont une épaisseur de 5,3 mm.

Les codes produits donnés dans le tableau 8.

2.2.2.4.3. Équerres d'angles pliables

Elles sont en PE et fournies par la société Erdos.

Les références sont données dans le tableau 9 et représentées sur la figure 9.

2.2.2.5. Eclisses

Lorsqu'un aboutage est réalisé en partie courante, il est réalisé à l'aide d'éclisses (également dit connecteurs) soit en acier galvanisé (fabricant Kronenberg), soit en matière plastique (fabricant Schmitz et en polyamide avec 30% de fibre de verre ou CERA en polyamide avec 25% de fibres de verre) adaptées à la géométrie interne des espaceurs THERMIX TX Pro. Ces éclisses sont fournies par ALU-PRO.

Les références des éclisses suivant les épaisseurs des lames d'air sont récapitulées dans le tableau 2 pour les éclisses en acier galvanisé et dans les tableaux 3 et 4 pour les éclisses en matière plastique.

Les dessins des éclisses en acier galvanisé sont donnés sur les figures 10, 11, 12 et 13 (2 géométries suivant épaisseur lame, à savoir 8 mm et 10 mm à 24 mm). Les dessins des éclisses en matière plastique sont donnés en figure 14 (Schmitz) et 15 (CERA).

Il pourra être utilisé d'autres types d'éclisses appropriées à ces espaceurs et acceptées par ALU PRO.

2.2.2.6. Configuration des cadres espaceurs

Les cadres espaceurs THERMIX TX Pro peuvent être réalisés :

- Avec 4 angles pliés et comporter une ou le cas échéant deux éclisses (équipement LENHARDT, LISEC ou R & R Sondermaschinenbau GmbH (anciennement BAYER) par exemple).
- Avec 3 angles pliés avec une équerre sur le quatrième angle et le cas échéant une éclisse (équipement Rijukan par exemple) ; l'angle comportant une équerre peut dans ce cas ne pas être butylé.
- Avec quatre équerres et dans ce cas les 4 angles sont « butylés ».

2.2.2.7. Butyl

Il est utilisé le butyl JS 680 de la société TREMCO, le butyl GD 115 de la société KÖMMERLING, 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 :

- Hot melt : Isomelt.
- Polysulfure : THIOVER F/1, GD 116.
- Polyuréthane : IKG 130, GD 677 NA, JS 442 MF fluide et HV, Tenaglass-PU FR fluide et HV.
- Silicone Dowsil 3362 HV et HV/GER, GD 920, Dowsil 3363, Ködiglaze et Sikasil IG 25 HM Plus.

Pour le mastic thermofusible Isomelt, il sera pris en compte une conductivité thermique de 0,24 W/(m.K).

Pour le polysulfure et le polyuréthane, il sera pris en compte une conductivité thermique de 0,40 W/(m.K).

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

Le remplissage en déshydratant est réalisé sur un petit côté et un grand côté au minimum.

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.

Les scellements silicone peuvent être mis en œuvre en VEC s'ils bénéficient du label SNJF VI-VEC.

2.2.3. Données environnementales

Aucune donnée environnementale couvrant le produit THERMIX TX Pro 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 et 24 mm.

Il est possible d'assembler en vitrages THERMIX TX Pro 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 de 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 de butyl supérieure ou égale à 2,5 g/ml.

Par ailleurs, dans le cas d'équerres, elles sont systématiquement butylées sauf éventuellement dans le cas de cadre avec 3 angles pliés et avec une équerre.

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 THERMIX TX Pro mis en œuvre avec prise en feuillure sur quatre côtés

La hauteur minimale du scellement est de 3 mm.

L'épaisseur maximale de la lame d'air/gaz est de 24 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 est vérifié :

- Que l'effort maximal par unité de longueur dans le scellement est inférieur ou égal à 1,12 daN/cm, suivant la norme 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 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)

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 ».

Un pré-équilibrage, ou un équilibrage in-situ pourra s'avérer nécessaire, mais il ne sera pas possible dans ce dernier cas de prendre en compte la présence de gaz argon pour l'évaluation des performances thermiques.

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

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

2.3.2.2. Vérifications – Vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro pris en feuillure sur deux côtés éventuellement avec vitrages décalés sur les angles des bâtiments.

Les dispositions indiquées à l'alinéa précédent sont, sur le principe, applicables. 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).

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. Il est possible de réaliser, moyennant une analyse spécifique (vérification de tenue aux chocs thermiques), des vitrages dont le décalage est de 250 mm sur la largeur et/ou de 50 mm sur la longueur.

Par ailleurs, la réalisation des étanchéités verticales entre vitrages devra permettre l'aération des joints de scellement.

2.3.2.3. Vérifications – Vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro mis en œuvre en VEC

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

Il est utilisé un mastic silicone précisé dans le paragraphe 2.2.2.8. La hauteur minimale de scellement silicone est de 6 mm.

L'épaisseur maximale de la lame d'air est de 24 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 sauf justification particulière. Il est possible de réaliser, moyennant une analyse spécifique (vérification de tenue aux chocs thermiques), des vitrages dont le décalage est de 250 mm sur la largeur et/ou de 50 mm sur la longueur.

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

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

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

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

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

Où :

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

ℓ = la plus petite dimension en mètre du vitrage

σ_{des} = contrainte admissible en traction en MPa

β représente la partie de la charge due au vent appliqué au composant extérieur du vitrage et sa valeur est égale à :

- 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 :

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

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 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.

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

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, Manutention, transport

En attendant leur mise en œuvre, les vitrages isolants réalisés avec les espaceurs THERMIX TX Pro seront stockés conformément aux indications de la norme NF DTU 39, notamment :

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

Par ailleurs, il est nécessaire de s'assurer que les limites admises d'effort dans les joints de scellement et de contraintes dans les produits verriers ne sont pas dépassées.

Il sera pris en compte l'altitude du lieu de stockage par rapport au lieu de fabrication et vérifié les efforts dans les joints de scellements et les contraintes dans les composants verriers.

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 comportent tous les 1,50 mètres environ, un marquage indiquant la référence de l'espaceur (TX Pro) 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 THERMIX TX Pro 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).

La mise en œuvre avec prises en feuillure sur 4 côtés pourra également être réalisée selon les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2.

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 précisés au paragraphe 2.2.2.8.

La mise en œuvre des vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro en VEC est faite sur des cadres spécialement conçus à cet effet. Elle doit en outre respecter les dispositions précisées dans le Cahier des Prescriptions Techniques. Elle sera réalisée avec l'un des mastics silicone précisé au paragraphe 2.2.2.8.

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.

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 THERMIX TX Pro mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés

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 selon les dispositions prévues par la norme NF DTU 39.

Les vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX Pro seront mis en œuvre conformément aux dispositions prévues dans la norme NF DTU 39 P 1-1.

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

Quand cela est nécessaire (pour respecter les limites d'efforts dans le joint de scellement et dans les produits verriers), il est possible 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.

Pour respecter les limites des efforts dans le joint de scellement et des contraintes dans les produits verriers, il pourra être nécessaire de procéder à un équilibrage, ou un équilibrage in-situ des vitrages.

Dans le cas d'équilibrage in situ il ne sera pas pris en compte de remplissage gaz pour les propriétés thermiques.

2.4.3.3. Vitrages isolants avec espaceurs THERMIX TX Pro mis en œuvre avec prise en feuillure sur 2 côtés opposés avec les deux côtés verticaux à bords libres.

Il est utilisé un scellement silicone selon le paragraphe 2.2.2.8.

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.
- Quand cela est nécessaire (pour respecter les limites d'efforts dans le joint de scellement et dans les produits verriers), il est possible 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
- Dans le cas d'équilibrage sur le lieu de pose il ne sera pas pris en compte le remplissage en gaz.
- Les dispositions générales indiquées au paragraphe précédent sont applicables (équilibrage, pré-équilibrage, efforts sur le système de scellement, efforts appliqués au niveau des feuillures).

2.4.3.4. Vitrages isolants avec espaceurs THERMIX TX Pro mis en œuvre en VEC

Les supports des cales d'assise et profilés de cadre support doivent avoir une rigidité telle que le déplacement relatif du composant verrier extérieur et du composant verrier intermédiaire d'une part et du composant verrier intermédiaire et du composant verrier intérieur d'autre part soit dans chaque cas limité à 0,5 mm (cela donne un déplacement relatif maximal admissible entre composant verrier extérieur et intérieur de 1 mm dans le cas de triple vitrage).

Il est utilisé un scellement silicone selon le paragraphe 2.2.2.8

Il sera par ailleurs respecté les dispositions données ci-après

Vitrage isolant avec espaceur THERMIX TX Pro 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 THERMIX TX Pro 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.

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) :

- 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.
- 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 THERMIX TX Pro, 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 société ALU PRO basée à Noale, en Italie peut être contactée.

2.8. Fabrication et contrôles

2.8.1. Fabrication des espaceurs THERMIX TX Pro

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

La réalisation des espaceurs THERMIX TX Pro décrite succinctement comporte les phrases suivantes :

- Un rouleau d'acier inoxydable correspondant à la dimension de l'espaceur à réaliser est mis en place, et les rouleaux suivants sont préparés,
- Les trémies de l'équipement d'extrusion et de coextrusion sont respectivement chargées avec le polypropylène (PP),
- Le feuillet d'acier inoxydable est formé à sa géométrie finale par une succession de rouleaux,

- Les fils sont guidés à l'aide de 2 trous réalisés dans l'outil d'extrusion (et au même moment que le feuil en acier est inséré dans l'outil d'extrusion),
- Au début de l'outil, le mélange de l'extrusion et de la coextrusion est appliqué sur l'acier inoxydable,
- Les dimensions sont optimisées avec les opérations de contrôle qui suivent,
- Les perforations sont ensuite réalisées,
- Les intercalaires sont ensuite découpés à la dimension retenue,
- Les intercalaires sont ensuite mis en paquet et mis en place dans une boîte.

2.8.2. Fabrication des vitrages isolants

2.8.2.1. Dispositions spécifiques aux espaceurs THERMIX TX Pro

Le stockage des espaceurs THERMIX TX Pro 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 THERMIX TX Pro (généralement 6 mètres) sont manipulées (acheminement vers la zone de pliage par exemple). Les espaceurs THERMIX TX Pro peuvent présenter des déformations résiduelles si des dispositions adéquates ne sont pas prises.

La manipulation des espaceurs devrait 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). L'utilisation de gants est recommandée.

Dans le cadre de ce Document Technique d'Application, les cadres réalisés peuvent être pliés (à froid dans la plupart des cas) ou avec des équerres. S'ils sont pliés, ils peuvent comporter une ou deux éclisses, ou bien une équerre dans un angle dit de fermeture avec éventuellement une éclisse. L'angle de pliage des espaceurs pour réaliser des vitrages dits en forme peut atteindre 15°. Les différents équipements utilisés pour la réalisation des cadres espaceurs THERMIX TX Pro doivent être mis à la terre.

Dans le cas d'utilisation d'équerres, elles sont butylées à leurs liaisons avec l'espaceur.

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

Lorsqu'ils sont pliés, les espaceurs le sont 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 :

- Pour un angle donné, l'angle de pliage proprement dit, doit être supérieur à celui retenu pour le cadre en raison de l'élasticité résiduelle après pliage,
- 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 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,
- De veiller à ne pas avoir d'écrasement trop important au niveau des méplats du profilé sur les angles pour notamment permettre une bonne continuité de la barrière butyl.

Il est recommandé de réaliser le pliage avec une température supérieure ou égale à 15°C.

Les cadres espaceurs sont remplis en tamis moléculaire de façon généralement automatique sur au moins un petit côté et un grand côté.

Les paramètres de pliage des cadres espaceurs doivent être adaptés (au niveau de chaque type de plieuse) pour obtenir la géométrie attendue.

Les espaceurs THERMIX TX Pro peuvent être butylés manuellement ou de façon automatique. Cependant, il peut s'avérer nécessaire de butyler manuellement les cadres espaceurs THERMIX TX Pro à partir d'une certaine 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 de la butyleuse.

Il convient également de bien appliquer manuellement le cadre sur le premier composant verrier par pressage adéquat, et sans laisser d'empreinte pour qu'il ne puisse pas y avoir de « rippage » du cadre avant pressage en raison de l'élasticité résiduelle.

Après pressage, la largeur du cordon butyl doit être de 3 mm minimum, et l'épaisseur de 0,3 mm environ de chaque côté.

La mise en place de croisillons sur les cadres espaceurs THERMIX TX Pro est possible en utilisant des agrafes courantes. Il convient cependant éventuellement d'adapter la pression (3 bars à titre indicatif) pour leur application afin de ne pas dégrader l'espaceur THERMIX TX Pro par éclatement par exemple. Le maintien peut également être réalisé à l'aide de vis.

Pour ne pas avoir de dépôt de poussières, ou de pollution sur les espaceurs THERMIX TX Pro, il peut être mis en place un système d'ionisation pour la réduction des charges électrostatiques.

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.

2.8.2.2. 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 THERMIX TX Pro (comme dans le cas d'espaceur métallique) avec rebouchage reconstituant deux barrières.

2.8.3. Contrôles

2.8.3.1. Contrôles au niveau de l'usine de fabrication THERMIX TX Pro

La fabrication des espaceurs THERMIX TX Pro donne lieu à trois types d'opérations de contrôle.

2.8.3.1.1. Matières premières utilisées pour la fabrication des espaceurs THERMIX TX Pro

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, ALU-PRO contrôle l'adhérence de mastic polysulfure sur chaque lot de feuil inox.

Des précisions sont données dans le tableau 9.

2.8.3.1.2. Contrôles sur la ligne de fabrication des espaceurs THERMIX TX Pro

Les contrôles sont donnés dans le tableau 10.

2.8.3.1.3. Contrôles sur produits finis réalisés sur les espaceurs THERMIX TX Pro

Un lot d'espaceurs THERMIX TX Pro correspond à la fabrication d'une épaisseur donnée, dans un coloris donné. A l'aide des codes d'équipes, on peut retrouver toutes les données concernant l'acier inoxydable, le polypropylène...

Les différents types de contrôles sont indiqués dans le tableau 10.

Chaque livraison d'espaceurs THERMIX TX Pro et d'équerres est accompagnée des certificats de conformité. Le numéro de commande et le numéro d'ordre de fabrication figurent sur l'étiquetage des conditionnements et sur les certificats de conformité.

2.8.3.1.4. Conditionnement

Les espaceurs THERMIX TX Pro sont livrés conditionnés dans des containers soit en bois ou en acier ; les métrages suivant les conditionnements sont donnés dans le tableau 9.

Dans le cas de demande spécifique, d'autres conditionnements peuvent être mis en œuvre.

Les conditionnements comportent systématiquement un étiquetage indiquant en outre, les caractéristiques de l'espaceur, le nom du client, le numéro de commande attribué par ALU-PRO, ainsi que le numéro d'ordre de fabrication.

2.8.3.2. Contrôles relatifs à la fabrication des vitrages isolants réalisés à partir d'espaceurs THERMIX TX Pro

Les cartons ou les containers d'espaceurs THERMIX TX Pro 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).

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.

La méthode préconisée pour contrôler le remplissage en déshydratant, notamment dans le cas de cadres espaceurs THERMIX TX Pro remplis après pliage, est la suivante :

- Pliage de cadre,
- Pesage du cadre avant remplissage en déshydratant,
- Vérification de la conformité aux spécifications établies.

Ces contrôles sont cependant complétés par les suivantes :

- Contrôle visuel permanent de l'aspect des cadres avec espaceur THERMIX TX Pro (poussière, empreintes digitales...),
- Contrôle permanent du bon positionnement des cadres à la mise en place et sur produits finis.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Certains rapports d'essai font référence à des espaceurs THERMIX TX.N et THERMIX TX.N Plus, versions d'espaceurs précédentes, très proches des versions THERMIX TX Pro

a) Mesure du retrait après exposition pendant 1 heure à 60°C, 70°C et 80°C d'espaceurs THERMIX TX.N (rapport d'essais n° BV05-678).

- b) Essais d'aptitude à la déformation (coefficient 100) réalisés sur des vitrages isolants avec espaceurs THERMIX TX.N de 20 mm inox et butyl JS 680 et polyuréthane JS 442 selon la norme NF P 78-455 (rapport d'essais n° BV06-223).
- c) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon Pvi 121vi03 (cas des 336 cycles avec UV) sur des vitrages avec butyl JS 680, espaceurs THERMIX TX.N 12 mm et polyuréthane JS 442 avec remplissage argon (rapport d'essai n° BV06-274).
- d) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi03 sans UV sur des vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX.N de « grandes dimensions » avec butyl 3524/1 et scellement 3189/G1 (rapport d'essais n° BV06-207).
- e) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi03 (cas des 336 cycles avec UV) sur des vitrages avec butyl JS 680, espaceurs THERMIX TX.N 12 mm et silicone DC 3362 avec 4 équerres butylées (rapport d'essais n° BV06-252).
- f) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi03 (cas des 336 cycles avec UV) sur des vitrages avec butyl 3524/1, espaceurs THERMIX TX.N 12 mm plié et scellement 3189/G1 (rapport d'essais n° BV06-253).
- g) Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'espaceurs THERMIX TX.N à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur UV (ATLAS CI 35 A) montés dans un vitrage isolant avec composant verrier de 3 mm d'épaisseur (rapport d'essais n° BV06-236).
- h) Établissement des ATG et spectre IR sur matière des espaceurs THERMIX TX.N (rapport CSTB n° BV06-033).
- i) Détermination de la conductivité thermique du polypropylène TECATHERM PP et TECATHERM PP GF utilisé pour réaliser les espaceurs THERMIX TX.N (rapport d'essais du 6/12/2004 BTU Cottbus).
- j) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité, taux de fuite et test de fogging réalisés par le TNO selon EN 1279-2, EN 1279-3 et EN 1279-6 (butyl GD 115, scellement GD 116, espaceur THERMIX TX.N de 12 mm avec angles pliés et éclisses Ensinger, tamis moléculaire XL-8 de UOP (RE TC-RAP-05-14830/rie).
- k) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité, taux de fuite, et test de fogging réalisés par le TNO selon EN 1279-2, EN 1279-3 et EN 1279-6 (RE TC-RAP-05 – 14831/rie) avec les mêmes constituants que précédemment, mais avec des angles avec équerres Ensinger.
- l) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité, taux de fuite et test de fogging réalisés par MPA DARMSTADT (espaceurs THERMIX TX.N pliés, butyl Terostat 969, polyuréthane 3189/2, Siliporite NK 30) selon EN 1279-2. Rapport d'essais B04 1319.1 E et B 04 1319.2.E.
- m) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés par CEBTP (espaceur THERMIX TX.N assemblé avec des équerres butylées, déshydratant MOLSIV XL 8, butyl JS 680 et polyuréthane JS 442) selon EN 1279-2. (Rapport d'essais BP18-6-0133/6-02K-FEH).
- n) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité réalisé par le CEBTP selon Pvi 121vi03 cas des 336 cycles avec UV sur vitrages avec butyl TEROSTAT 969, et polyuréthane 3189/2 (dossier BP18.6.0010).
- o) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité réalisé par MPA Darmstadt selon EN 1279-2 avec butyl TEROSTAT 969 scellement polysulfure 998 R et déshydratant Phonosorb 551 et espaceur THERMIX TX.N pliés (Rapport d'essais B05 1126-1 E) et selon EN 1279-3 avec mêmes constituants (Rapport d'essais B05 1126-2E).
- p) Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'espaceurs THERMIX TX.N à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur UV (ATLAS CI 35 A) selon NF EN ISO 4892-1 et 2 montés dans un vitrage isolant avec composant verrier de 3 mm d'épaisseur (rapport d'essais n° BV08-1056).
- q) Essai de résistance à la pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi03 (cas des 336 cycles avec rayonnement UV) sur 3 vitrages avec espaceurs THERMIX TX.N assemblés avec 4 équerres, tamis moléculaire SILIPORITE NK 30 de CECA sur 2 côtés (19 g ou 20 g) butyl GD 115 de KÖMMERLING et scellement NOVOTHERM 415 de LJF (Rapport d'essais n° BV09-986).
- r) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 et mesure du taux de gaz selon EN 1279-3 réalisé par IFT Rosenheim sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N + butyl IG-5 PIB de SIKA + IG 25 HM PLUS + gaz (rapport d'essais 601 42406/2e).
- s) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 et mesure du taux de gaz selon EN 1279-3 réalisé par IFT Rosenheim sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N + butyl JS 680 + NOVATHERM 415 LJF = gaz (rapport d'essais 601 43742/1e).
- t) Essais d'adhésivité cohésion entre espaceur THERMIX TX.N et IG 25 HM PLUS (rapport d'essais CSTB n° BV11-103).
- u) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi03 sur vitrages THERMIX TX.N + butyl JS 680 de TREMCO = DC 3362 de DOW CORNING (rapport d'essais CSTB n° BV06-252) avec remplissage en tamis sur 2 grands côtés (SILIPORITE NK 30 de CECA).
- v) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 et mesure du taux de fuite de gaz selon EN 1279-3 réalisé par IFT Rosenheim sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N plié + butyl GD 115 + DC 3362 + gaz (rapport d'essais 601 41689/1e) avec 4 côtés remplis en déshydratant Phonosorb 551 de GRACE et 3,4 g/m de butyl par face.
- w) Mesure du taux de gaz selon EN 1279-3 réalisé par IFT Rosenheim sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N plié + butyl PIB 969 + DC 3362 HD + gaz (rapport d'essais 601 42913/5e) avec 2 côtés remplis en déshydratant Phonosorb 551 de GRACE et 3,5 g/m de butyl par face.
- x) Mesure du taux de gaz selon EN 1279-3 réalisé par IFT Rosenheim sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N plié + butyl PIB 869 + DC 3362 + gaz (rapport d'essais 601 42913/2e).
- y) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi02 avec UV et 168 cycles de climat variable sur vitrages THERMIX TX.N avec 4 équerres butylées + butyl GD 115 et scellement polysulfure GD 116 de KÖMMERLING + gaz argon (rapport d'essais CSTB BV10-549 avec remplissage en tamis sur 2 côtés adjacents (SILIPORITE NK 30 de CECA).

- z) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 et mesure du taux de fuite de gaz selon EN 1279-3 réalisé par TNO sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N plié + butyl GD 115 + GD 116 + gaz (rapport d'essais TC-RAP-05-14830-rie) avec tamis moléculaire UOP XL – 8 extra mini.
- aa) Taux de remplissage initial en gaz sur éprouvettes THERMIX TX.N + THIOVER F/1 + butyl BUTYLVER + gaz (rapport BV09-235).
- ab) Indice de pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi02 sur éprouvettes THERMIX TX.N + butyl BUTYLVER + tamis moléculaire ISOMOL 3 de ZEOCHEM sur 4 côtés + THIOVER F/1 + gaz (rapport BV10-097).
- ac) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 sur vitrage avec espaceur THERMIX TX.N pliés avec butyl GD 115, tamis moléculaire PHONOSORB 555 (2 côtés) + GD 677 (rapport d'essais 601 43875/1e de l'IFT).
- ad) Mesure de taux de fuite selon EN 1279-3 par IFT Roseheim sur vitrages avec espaceur THERMIX TX.N, butyl GD 115, scellement GD 677 (Rapport 10-001061 PHB H01).
- ae) Essais de pénétration de l'humidité selon Pvi 121vi03 de taux de gaz (THERMIX TX.N avec tamis moléculaire SILIPORITE NK 30 de CECA sur deux côtés adjacents + GD 115 + GD 677). Rapport d'essais BE 87-9-0042 du CEBTP.
- af) Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 sur vitrages isolants avec espaceur THERMIX TX.N PLUS + Phonosorb 551 de Grace sur 2 côtés + butyl JS 680 de TREMCO + scellement polyuréthane JS 442 W de TREMCO (R.E. IFT 13-002090-PRO4).
- ag) Essais de traction sur des éprouvettes comportant deux espaceurs THERMIX TX N avec butyl de référence non précisée entre eux et éprouvettes comportant deux espaceurs THERMIX TX N PLUS d'autre part (R.E. IFT 11-002627-PRO4).
- ah) Essais d'adhésivité-cohésion entre espaceurs THERMIX TX.N PLUS avec acier inoxydable 1.4372 et mastics GD 116, GD 677 et IG 25 HM PLUS (rapport d'essais BV13-094).
- ai) Rapport d'essais IFT sur THERMIX TX.N PLUS + GD 116 selon EN 1279-2 et EN 1279-3 (rapport 12002090-PRO6).
- aj) Rapport d'essais CSTB sur barres de 2 m (THERMIX TX.N plus de 16 mm) ayant subi 168 cycles de climat variable selon la procédure Pvi 121vi04 et avec 2 provenances d'acier (RE CSTB BV13-430).
- ak) Rapport d'essais CSTB sur barres de 2 m (THERMIX TX.N plus de 16 mm) ayant subi 168 cycles de climat variable selon la procédure Pvi 121vi04. Rapport d'essai CSTB BV16-0520 du 10 mai 2016).
- al) Essai d'adhésivité-cohésion entre espaceurs THERMIX TX.N plus et mastic GD JS 442 MF (rapport d'essai BEB6-F-3029 du CEBTP, du 11 mai 2015).
- am) Essai d'adhésivité-cohésion entre espaceurs THERMIX TX.N plus et mastic GD 677 NA (rapport d'essai BEB6-F-3046 du CEBTP, du 11 juin 2015).
- an) Rapport BV16-1272 du 14/11/2016, étude thermique sur espaceur THERMIX TX Pro.
- ao) Mesure du coefficient d'expansion thermique par l'IFT Rosenheim sur espaceur THERMIX TX Pro (25 mm de long) (16-002018-PR03 PB-H01-09-en-01).
- ap) Essai d'adhésivité-cohésion entre espaceurs THERMIX TX.N plus et mastic DC 3363 (rapport d'essai BEB6-G-3025-01 du CEBTP, du 10 mai 2016).
- aq) Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'espaceurs THERMIX TX Pro à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur WOM montés dans un vitrage isolant avec composant verrier de 3 mm d'épaisseur (rapport d'essais n° BV19-1135 du 16 septembre 2019).
- ar) Rapport d'essais CSTB sur barres de 2 m (THERMIX TX Pro de 16 mm) ayant subi 168 cycles de climat variable selon la procédure Pvi 121vi04 et avec un nouveau polypropylène (rapport d'essais n°BV19-0982).
- as) Rapport d'essai de fogging du MPA Darmstadt (B19 0087.1E du 30 janvier 2019) avec encre noir sur les flancs de l'espaceur.

2.9.2. Références chantiers

Plusieurs milliers de mètres carrés de vitrages isolants.

2.10. Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Dimensions et tolérances relatives aux espaceurs THERMIX TX Pro

Référence Profilé	Largeur (suivant épaisseur lame d'air)	Hauteur	Épaisseur paroi côté lame d'air	Hauteur indicative cavité interne	Épaisseur paroi latérale	Épaisseur au centre paroi coté scellement
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
TX Pro 8	7,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,25	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 10	9,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 12	11,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 13	12,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 14	13,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 15	14,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 16	15,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 18	17,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 20	19,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	0,85 ± 0,15
TX Pro 22	21,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	1,05 ± 0,15
TX Pro 24	23,5 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,95 ± 0,15	5,15	0,9 ± 0,15	1,05 ± 0,15

Tableau 2 – Références éclisses en acier galvanisé (Kronenberg)

Type espaceur	Éclisses ton gris (Fournies par ALU-PRO)	Eclisses ton noir (Fournies par ALU-PRO)
Thermix TX Pro 8	C RAC075THX	C RAC075THXBK
Thermix TX Pro 10	C RAC095THX	C RAC095THXBK
Thermix TX Pro 12	C RAC0115THX	C RAC0115THXBK
Thermix TX Pro 13	C RAC0125THX	C RAC0125THXBK
Thermix TX Pro 14	C RAC0135THX	C RAC0135THXBK
Thermix TX Pro 15	C RAC0145THX	C RAC0145THXBK
Thermix TX Pro 16	C RAC0155THX	C RAC0155THXBK
Thermix TX Pro 18	C RAC0175THX	C RAC0175THXBK
Thermix TX Pro 20	C RAC0195THX	C RAC0195THXBK
Thermix TX Pro 22	C RAC0215THX	C RAC0215THXBK
Thermix TX Pro 24	C RAC0235THX	C RAC0235THXBK

Tableau 3 – Référence éclisses en matière plastique (Schmitz)

Type espaceur	Éclisses plastiques ton noir
Thermix TX Pro 12	CRAC095THXSMZBK
Thermix TX Pro 13	CRAC115THXSMZBK
Thermix TX Pro 14	CRAC125THXSMZBK
Thermix TX Pro 15	CRAC135THXSMZBK
Thermix TX Pro 16	CRAC145THXSMZBK
Thermix TX Pro 18	CRAC155THXSMZBK
Thermix TX Pro 20	CRAC175THXSMZBK
Thermix TX Pro 22	CRAC195THXSMZBK
Thermix TX Pro 24	CRAC215THXSMZBK

Tableau 4 - Référence éclisses en matière plastique (couleur grise, Cera)

Type espaceur	Éclisses plastiques ton noir
Thermix TX Pro 12	CRAC115THXPUGR
Thermix TX Pro 14	CRAC135THXPUGR
Thermix TX Pro 16	CRAC155THXPUGR
Thermix TX Pro 18	CRAC175THXPUGR
Thermix TX Pro 20	CRAC195THXPUGR
Les éclisses en coloris noir ont des références semblables (les lettres GR sont remplacées par BK)	

Tableau 5 – Références équerres d'angle rigides en matière plastique de couleur grise (Schmitz)

Type espaceur	Équerres d'angles rigides noires (fournies par ALU-PRO) (1)
Thermix TX Pro 8	C M075THXGR (2)
Thermix TX Pro 10	C M095THXGR (3)
Thermix TX Pro 12	C M0115THXGR (3)
Thermix TX Pro 13	C M0125THXGR (3)
Thermix TX Pro 14	C M0135THXGR (3)
Thermix TX Pro 15	C M0145THXGR (3)
Thermix TX Pro 16	C M0155THXGR (3)
Thermix TX Pro 18	C M0175THXGR (3)
Thermix TX Pro 20	C M0195THXGR (3)
Thermix TX Pro 22	C M0215THXGR (3)
Thermix TX Pro 24	C M0235THXGR (3)
(1) Les équerres d'angle rigide en coloris noir ont des références semblables (les lettres GR sont remplacées par BK)	
(2) Ces équerres sont à base de polyamide et sont représentées sur la figure 3	
(3) Ces équerres sont à base de polypropylène et sont représentées sur les figures 4 et 5	

Tableau 6 – Références équerres d'angle rigides en matière plastique de couleur grise (Cera)

Type espaceur	Équerres d'angles rigides noires (fournies par ALU-PRO) (1)
Thermix TX Pro 8	C M075THXCERGR
Thermix TX Pro 10	C M095THXCERGR
Thermix TX Pro 12	C M115THXCERGR
Thermix TX Pro 13	C M0135THXCERGR
Thermix TX Pro 14	C M145THXCERGR
Thermix TX Pro 15	C M155THXCERGR
Thermix TX Pro 16	C M175THXCERGR
Thermix TX Pro 18	C M195THXCERGR
Thermix TX Pro 20	C M215THXCERGR
Thermix TX Pro 22	C M235THXCERGR
Thermix TX Pro 24	C M075THXCERGR
(1) Les équerres d'angle rigide en coloris noir ont des références semblables (les lettres GR sont remplacées par BK).	
(2) Ces équerres sont à base de polyamide et sont représentées sur la figure 6	

Tableau 7– Références équerres d'angle rigides en matière plastique de couleur Noire (Erdos) sans perçage

Type espaceur	Équerres d'angles rigides noires (fournies par ALU-PRO)
Thermix Tx Pro 10	C M095THXSFBK
Thermix Tx Pro 12	C M115THXSFBK
Thermix Tx Pro 13	C M125THXSFBK
Thermix Tx Pro 14	C M135THXSFBK

Thermix Tx Pro 15	C M145THXSFBK
Thermix Tx Pro 16	C M155THXSFBK
Thermix Tx Pro 18	C M175THXSFBK
Thermix Tx Pro 20	C M195THXSFBK
Thermix Tx Pro 22	C M215THXSFBK
Thermix Tx Pro 24	C M235THXSFBK

Tableau 8 – Références équerres d'angle rigides en matière plastique de couleur Noire (Erdos) avec perçage

Type espaceur	Équerres d'angles rigides noires (fournies par ALU-PRO)
Thermix Tx Pro 10	C M095THXFBKT
Thermix Tx Pro 12	C M115THXFBKT
Thermix Tx Pro 13	C M125THXFBKT
Thermix Tx Pro 14	C M135THXFBKT
Thermix Tx Pro 15	C M145THXFBKT
Thermix Tx Pro 16	C M155THXFBKT
Thermix Tx Pro 18	C M175THXFBKT
Thermix Tx Pro 20	C M195THXFBKT
Thermix Tx Pro 22	C M215THXFBKT
Thermix Tx Pro 24	C M235THXFBKT

Tableau 9 - Equerres d'angle flexibles en matière plastique

Thermix TX Pro 8	CM075THXPGR
Thermix TX Pro 10	CM095THXPGR
Thermix TX Pro 12	CM115THXPGR
Thermix TX Pro 13	CM125THXPGR
Thermix TX Pro 14	CM135THXPGR
Thermix TX Pro 15	CM145THXPGR
Thermix TX Pro 16	CM155THXPGR
Thermix TX Pro 18	CM175THXPGR
Thermix TX Pro 20	CM195THXPGR
Thermix TX Pro 22	CM215THXPGR
Thermix TX Pro 24	CM235THXPGR

Tableau 10 – Métrage espaceurs THERMIX TX Pro selon les différents conditionnements types

Type d'intercalaire	Conditionnement et quantité d'espaceur (5 ou 6 mètres de longueur)			
	Conditionnement boîte en bois		Conditionnement container en acier	
	5 m	6 m	5 m	6 m
Thermix® TX Pro 8 mm	990 m	1188 m	24200 m	29040 m
Thermix® TX Pro 10 mm	880 m	1056 m	22000 m	26400 m
Thermix® TX Pro 12 mm	660 m	792 m	18480 m	22176 m
Thermix® TX Pro 13 mm	660 m	792 m	15400 m	18480 m
Thermix® TX Pro 14 mm	550 m	660 m	15400 m	18480 m
Thermix® TX Pro 15 mm	550 m	660 m	13200 m	15840 m
Thermix® TX Pro 16 mm	550 m	660 m	13200 m	15840 m
Thermix® TX Pro 18 mm	440 m	528 m	12320 m	14784 m
Thermix® TX Pro 20 mm	440 m	528 m	11440 m	13728 m
Thermix® TX Pro 22 mm	330 m	396 m	10560 m	12672 m
Thermix® TX Pro 24 mm	330 m	396 m	9680 m	11616 m

Tableau 11 – Réception matières premières (contrôles)

Process	Constituants	Critère de contrôle	Spécifications	Fréquences
Réception matières premières	Polypropylène ⁽¹⁾	Certificat de conformité	Spécifications	A chaque lot / livraison
	Fils ⁽³⁾	Certificat de conformité	Spécifications	A chaque lot / livraison
		Emballage – surface	Pas de dommage et propre	A chaque livraison
		Marquage des lots	Selon accord	A chaque livraison
	Batch de colorant ^{(2) (3)}	Certificat de conformité	Spécifications	A chaque lot / livraison
	Acier inoxydable	Surface	Sans poussière, huile, graisse, ou autres impuretés	1 par livraison
		Emballage	Non endommagé	A chaque livraison
		Certificat de conformité	Spécifications	1 par lot/livraison
		Marquage des lots	Selon accord	1 par livraison
	Équerres	Mesures	Certificat de conformité	1 par livraison
		Teneur en substance volatile	Procédure interne	1 par an
	Eclisses en matière plastique	Mesures	Certificat de conformité	1 par livraison
		Teneur en substance volatile	Procédure interne	1 par an
	Éclisses acier	Mesures	Certificat de conformité	1 par livraison

(1) Le polypropylène fait l'objet d'essais d'identification initiaux (IR, DSC, test de traction et essais dits de « fogging »).

(2) Les batchs de colorant font l'objet de tests initiaux de fogging.

(3) Les fils font l'objet de tests initiaux de traction.

Tableau 12 – Fabrication et produits finis (contrôles)

Process	Types produits	Constituants	Critère de contrôle	Spécifications	Fréquences
Extrusion	Matériau	Polypropylène	N° de lot	Étiquetage adéquat	1 par conditionnement
				Relever n° lot	
		Couleur du batch	N° de lot	Étiquetage adéquat	1 par conditionnement
				Relever n° lot	
		Fil	N° de lot	Étiquetage adéquat	1 par conditionnement
				Relever n° lot	
		Acier inoxydable	N° de lot	Étiquetage adéquat	1 par conditionnement
				Relever n° lot	
	Espaceur	Géométrie aspect	Mesure	Carte de contrôle	1 par équipe et par ligne
			Longueur	Fiche de production	
			Surface	Instructions	
			Coupe scie	Instructions	
			Code équipe	Planification poste	
			Encre sur les flancs latéraux (esp. noirs)	Vérification avec gabarit	1 par équipe et par ligne
		Contrôle Des fonctions	Liaison équerre	Carte de contrôle	1 par équipe et par ligne ou en cas de changement de paramètre de production (vérification des critères concernés)
			Liaison éclisse	Carte de contrôle	
			Surface acier inoxydable	Propre avec examen visuel	
			Adhérence feuil inox et polypropylène	Procédure interne	1 fois par équipe et par ligne
			Perforation	Procédure interne	1 fois par équipe et par ligne
			Test de pliage	Procédure interne	2 fois par équipe et par ligne
			Contrôle d'adhérence avec polysulfure	Procédure interne	1 fois par semaine
			Test de fogging (chaque couleur)	Procédure interne	1 fois par an
Expédition	Mise en conditionnement emballage	Fin de contrôle article correct (mise en paquet/ quantité) positionnement dans conditionnement	Bon de livraison	Procédure interne	Chaque livraison

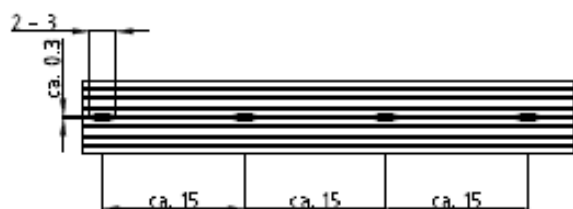
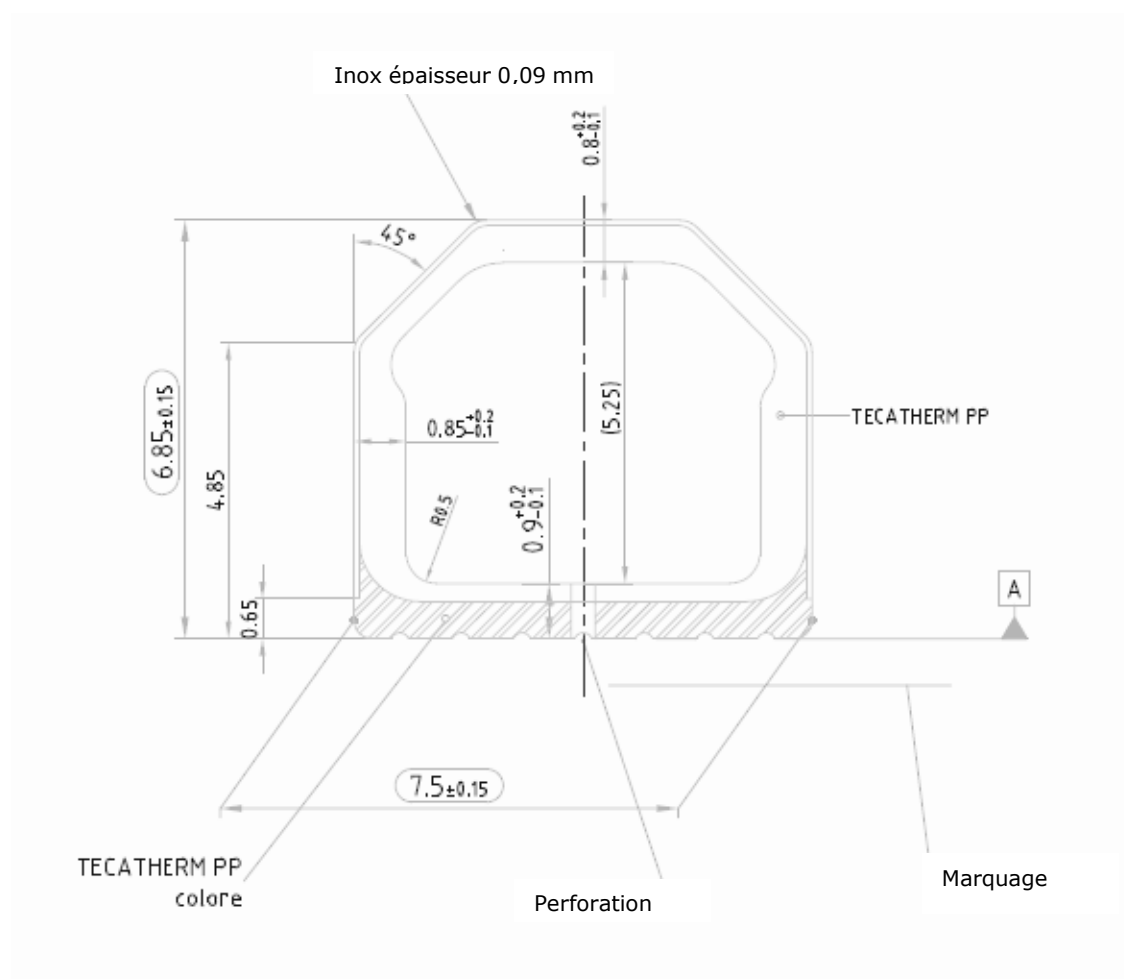
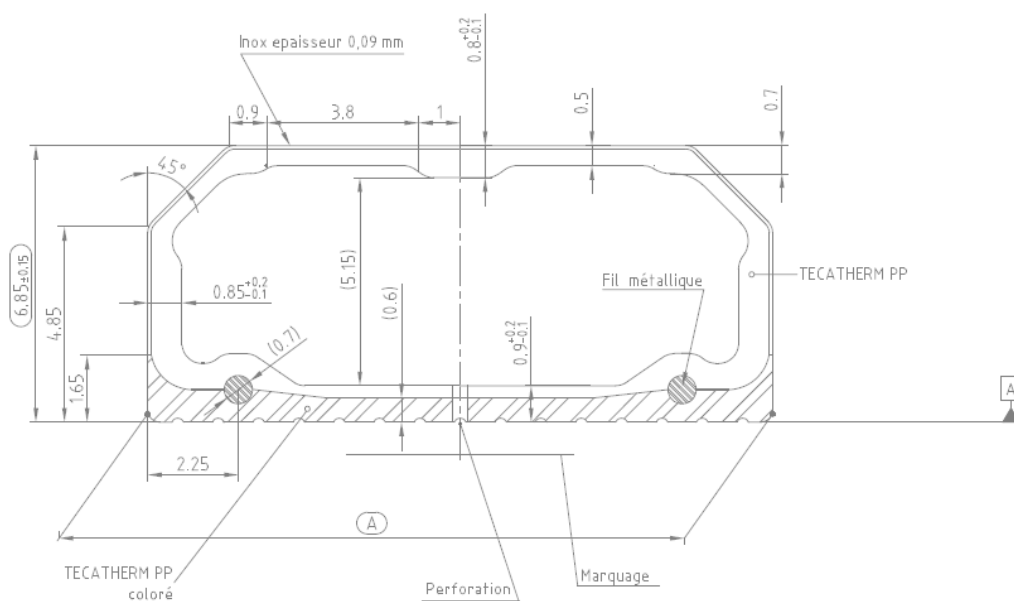
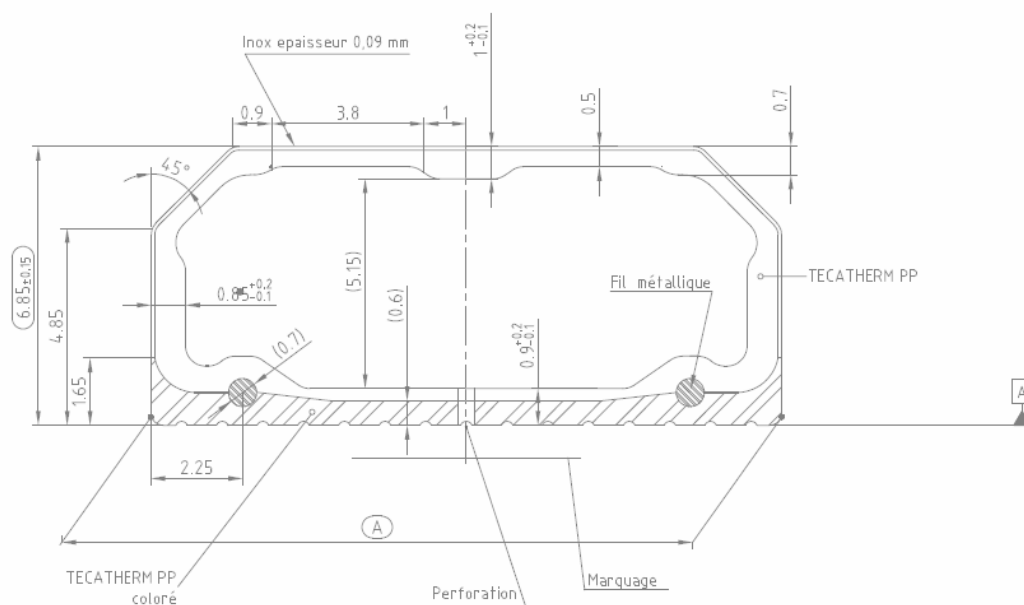


Figure 1 – Définition des espaceurs THERMIX TX Pro de 8 mm



intercalaire	dimension A	tolérance
Thermix TX Pro 10 mm	9,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 12 mm	11,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 13 mm	12,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 14 mm	13,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 15 mm	14,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 16 mm	15,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 18 mm	17,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 20 mm	19,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 22 mm	21,5 mm	$\pm 0,15$ mm
Thermix TX Pro 24 mm	23,5 mm	$\pm 0,15$ mm

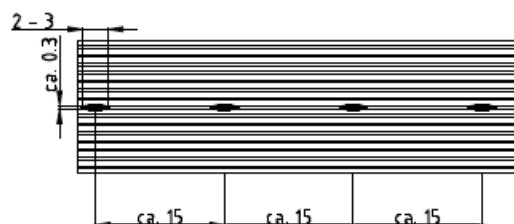


Figure 2 – Définition des espaceurs THERMIX TX Pro de 10 mm à 24 mm

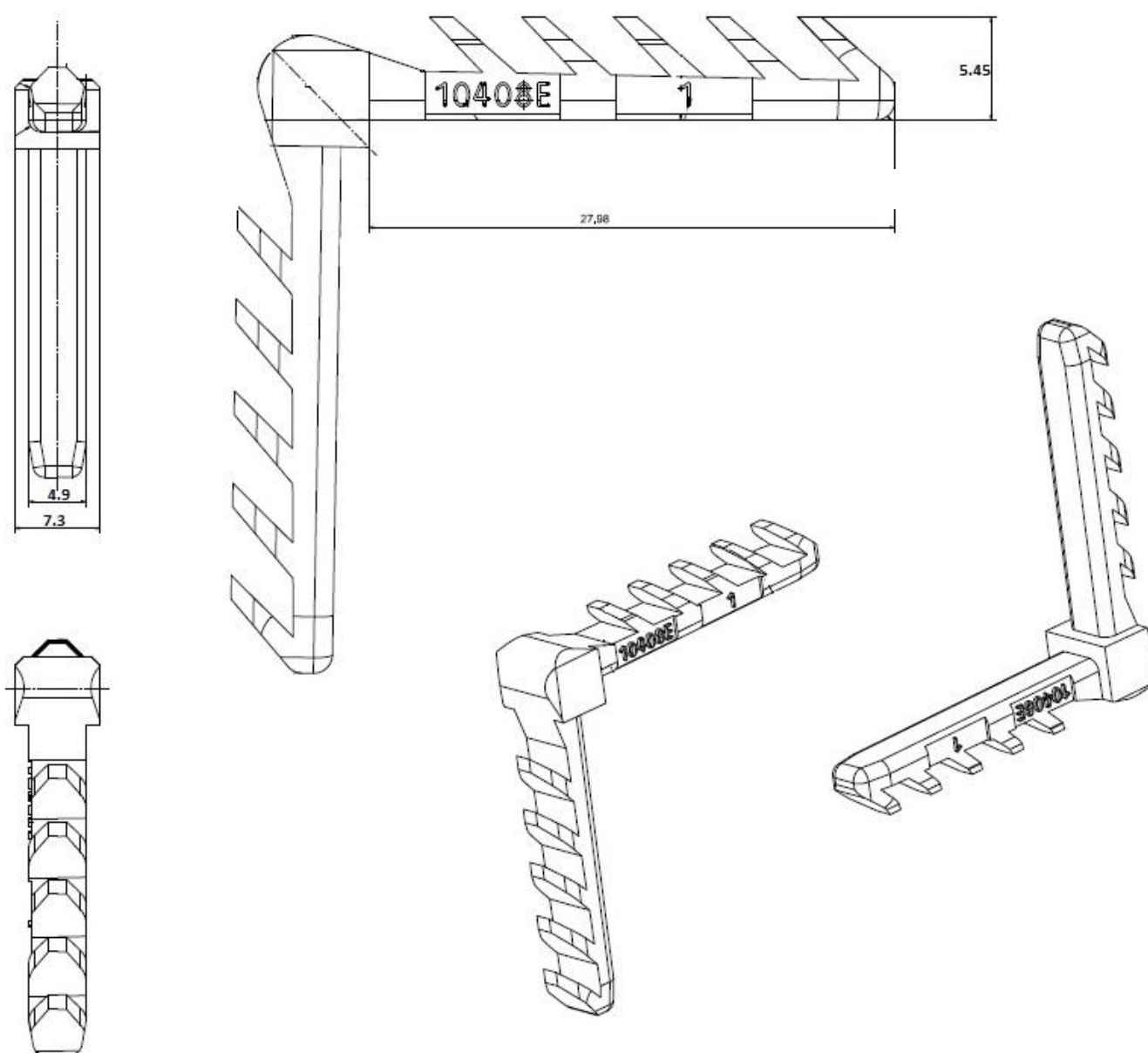


Figure 3 – Équerres rigides pour espaceurs THERMIX TX Pro 8 mm (polypropylène chargé de fibre de verre 30%)

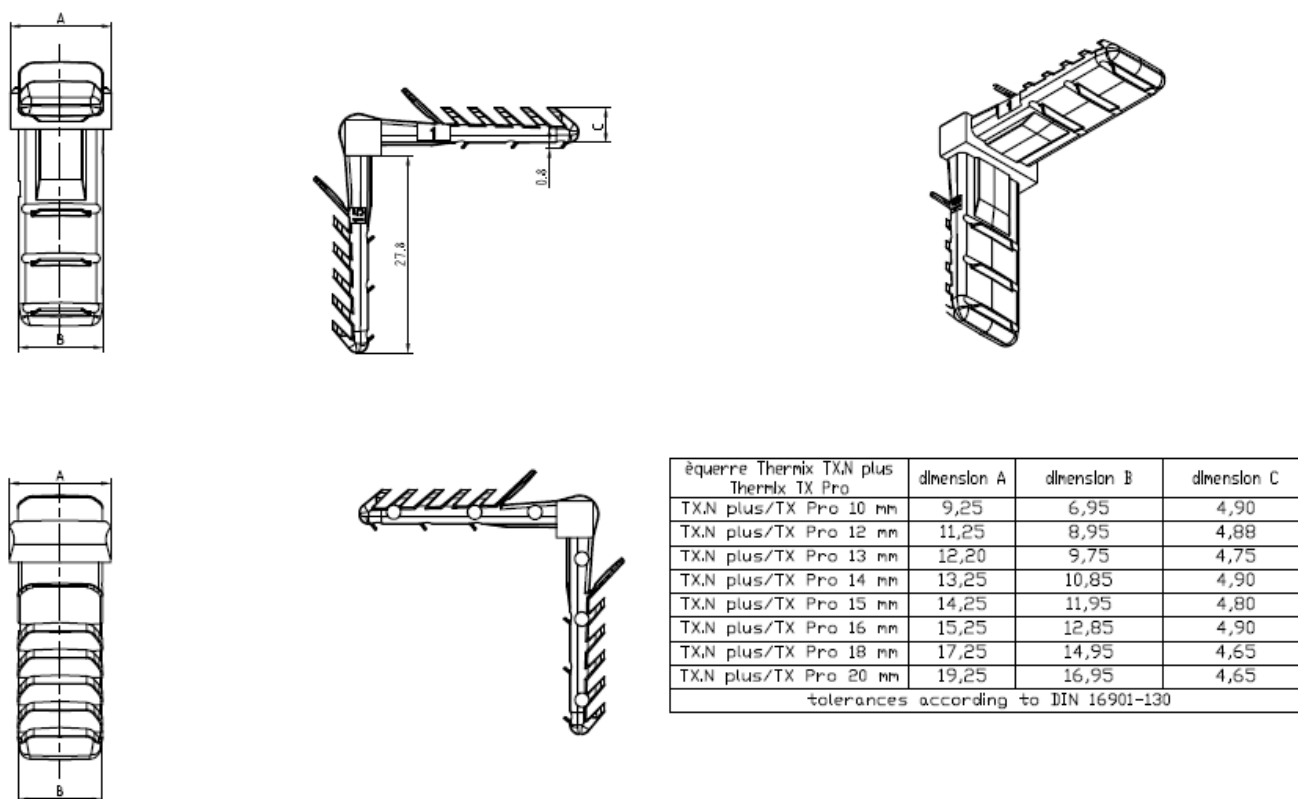


Figure 4 – Équerres rigides pour espaceur THERMIX TX Pro 10 mm, 12 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 20 mm (polypropylène chargé de fibre de verre 30%)

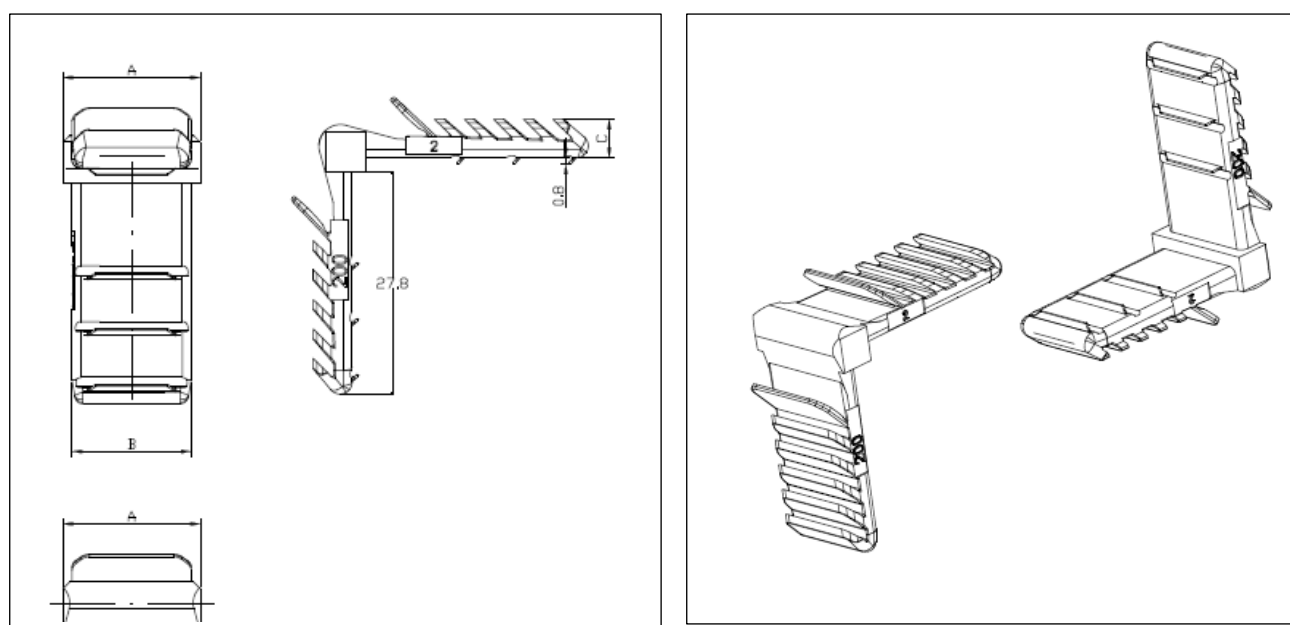


Figure 5 – Équerres rigides pour espaceur THERMIX TX Pro 22 mm et 24 mm (polypropylène chargé de fibre de verre 30%)

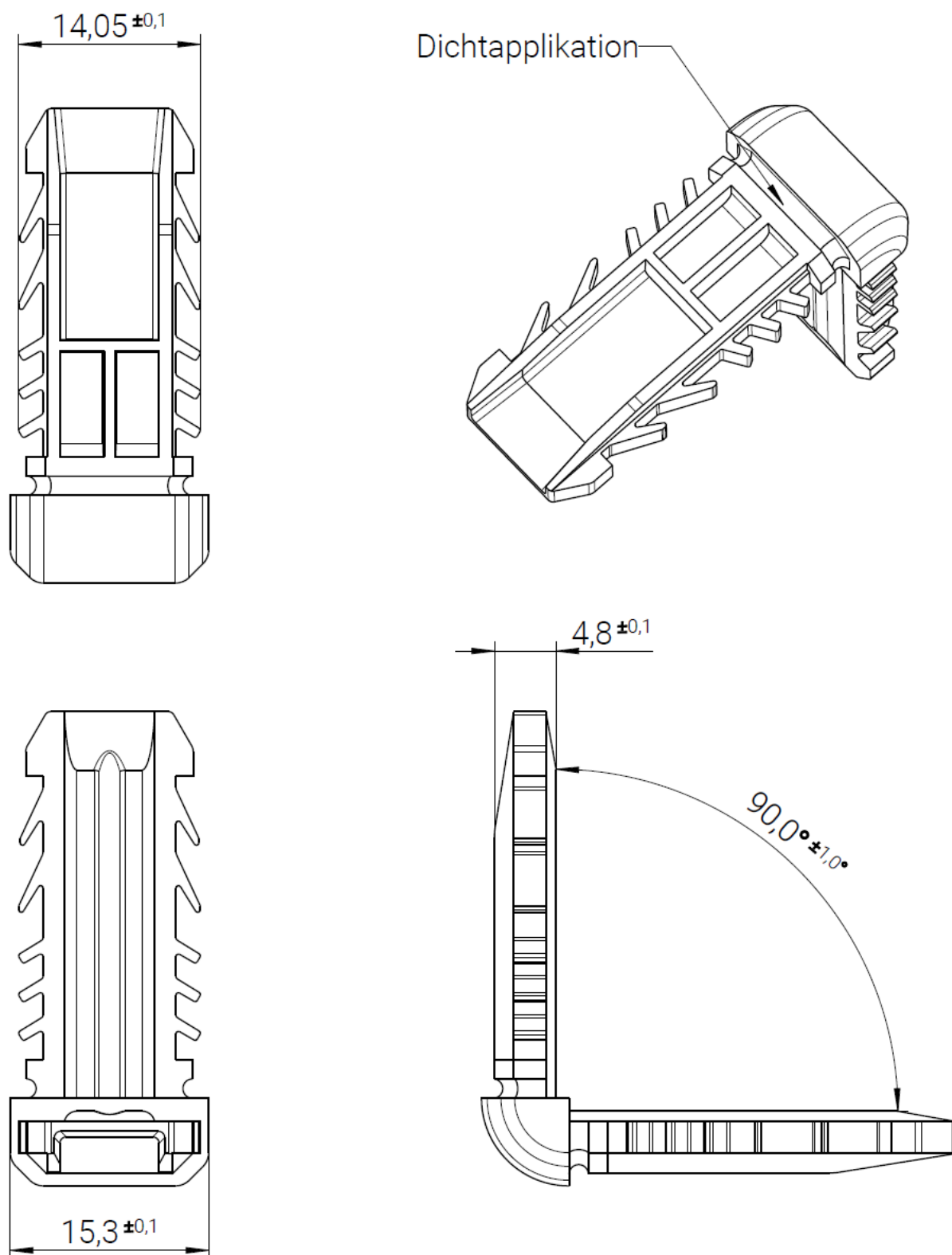


Figure 6 – Exemple d'équerres rigides pour espaceur THERMIX TX Pro 16 mm (polyamide chargé de fibre de verre 25%)

**„Erd.” standard corner keys for
THERMIX TX. PRO SPACERS**

Sizes	A size (mm)	B size (mm)
	TOLERANCE: +- 0,10 mm	
10	8,2	6,70
12	11,50	9,50
13	12,50	10,50
14	13,50	11,50
15	14,50	12,50
16	15,50	13,50
18	17,50	15,50
20	19,40	17,40
22	21,30	19,30
24	23,20	21,30

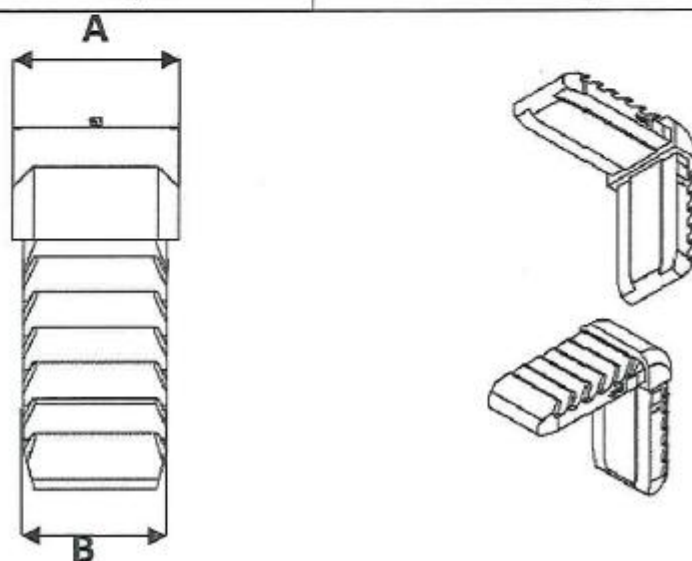


Figure 7 – Exemple d'équerres rigides pour espaceur THERMIX TX Pro (Erdos)

Sizes	A size (mm)	B size (mm)
	TOLERANCE: +- 0,1 mm	
10	9,3	7,1
12	11,25	9,25
13	12,25	10,25
14	13,25	11,25
15	14,25	12,25
16	15,25	13,25
18	17,15	15,15
20	19,05	17,05
22	21,05	19,05
24	20,90	20,90

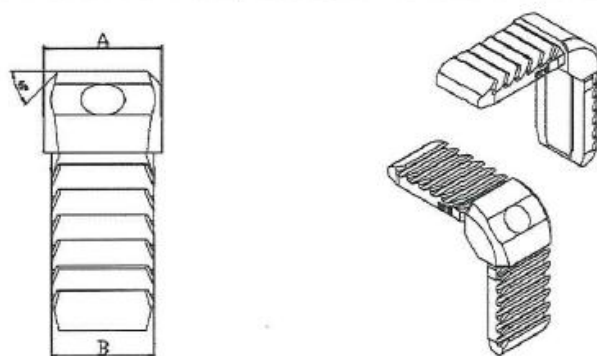


Figure 8 – Exemple d'équerres rigides pour espaceur THERMIX TX Pro avec perçage pour remplissage gaz (Erdos)

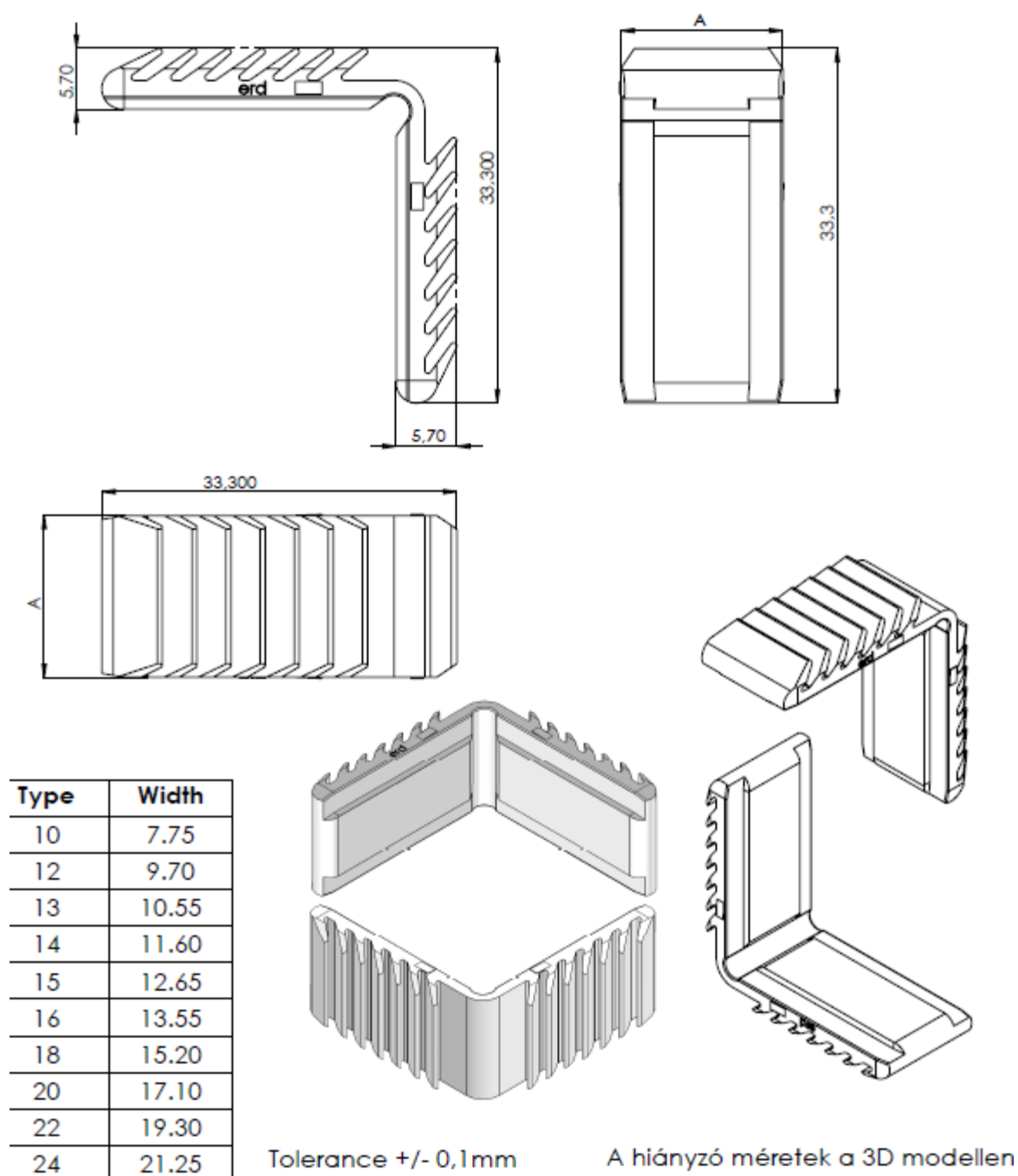


Figure 9 – Equerres flexibles (Erdos)

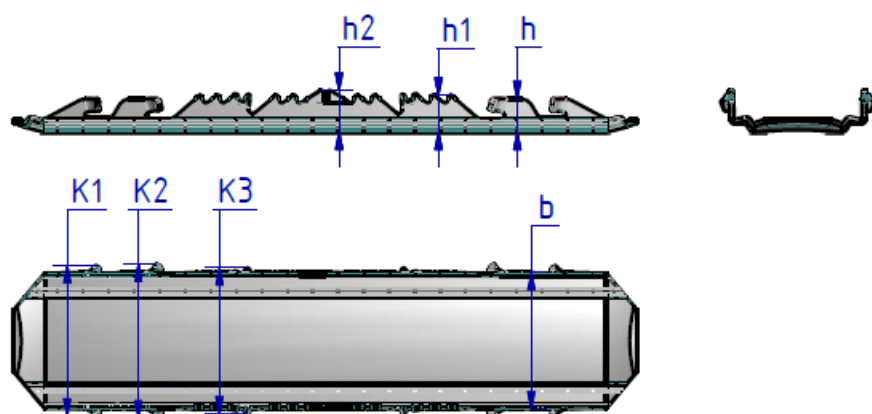
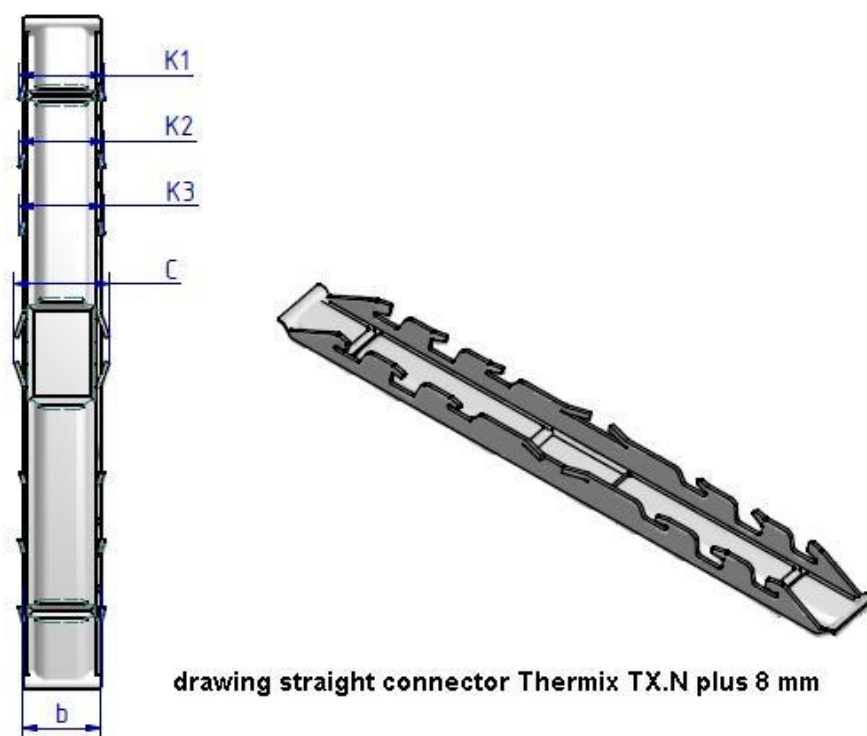
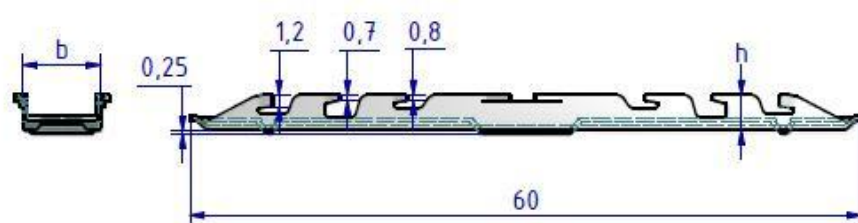


Figure 10 – Type d'éclisse en acier galvanisé pour THERMIX TX Pro de 8 mm



Int.Pat

Figure 11– Type d'éclisse en acier galvanisé (génération 2) pour THERMIX TX Pro de 10 à 20 mm

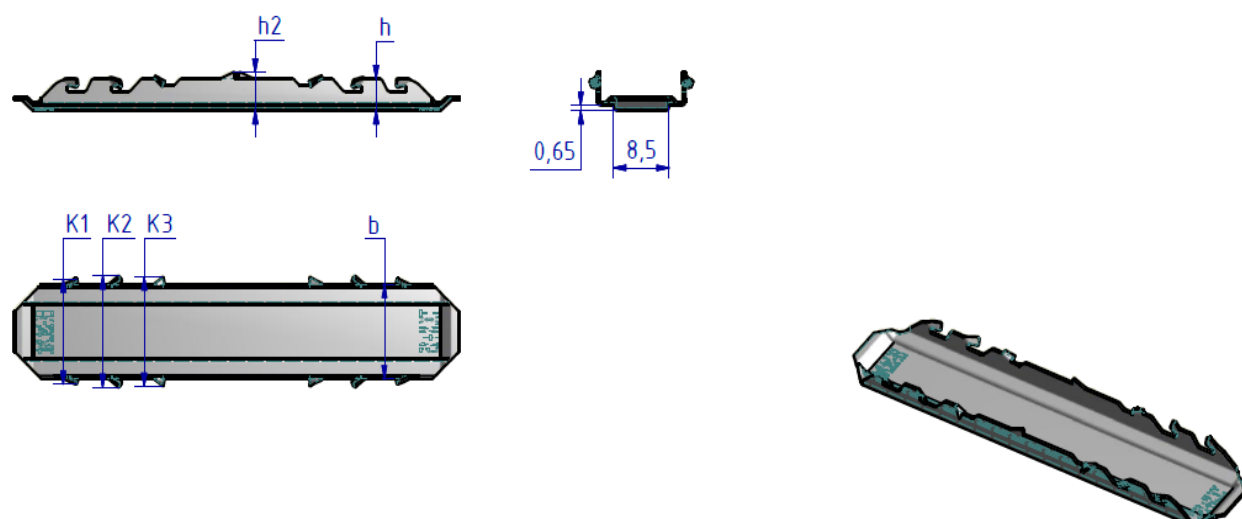


Figure 12 – Type d'éclisse en acier galvanisé (génération 3) pour THERMIX TX Pro de 10 mm à 24 mm

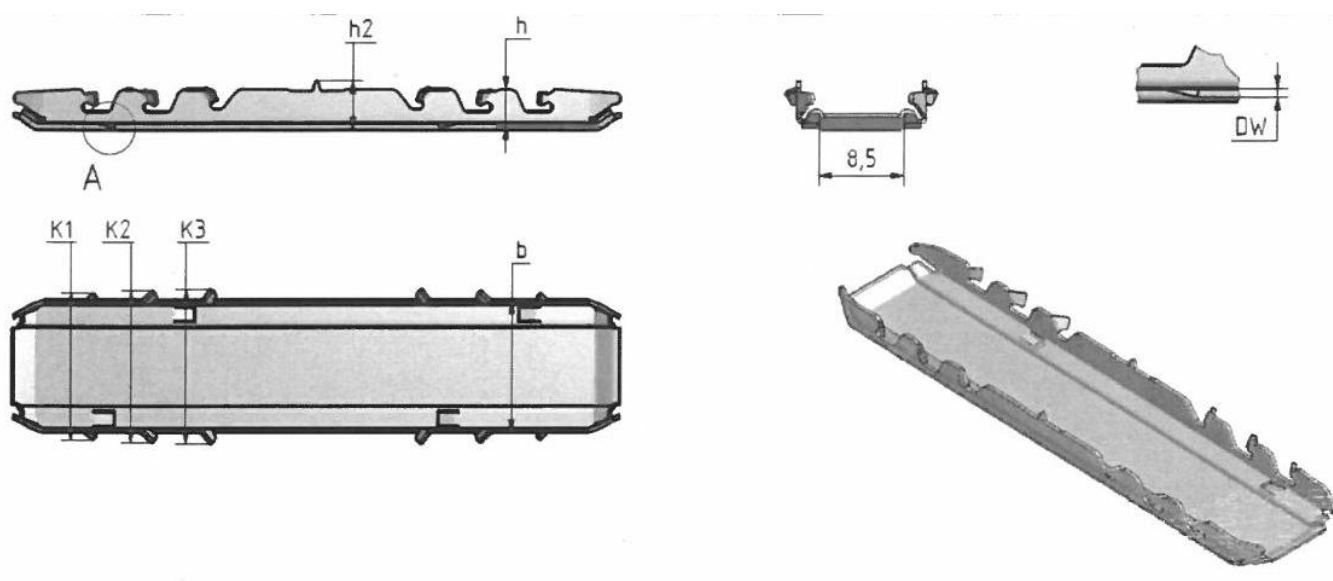


Figure 13 – Type d'éclisse en acier galvanisé (génération 4) pour THERMIX TX Pro de 10 mm à 20 mm

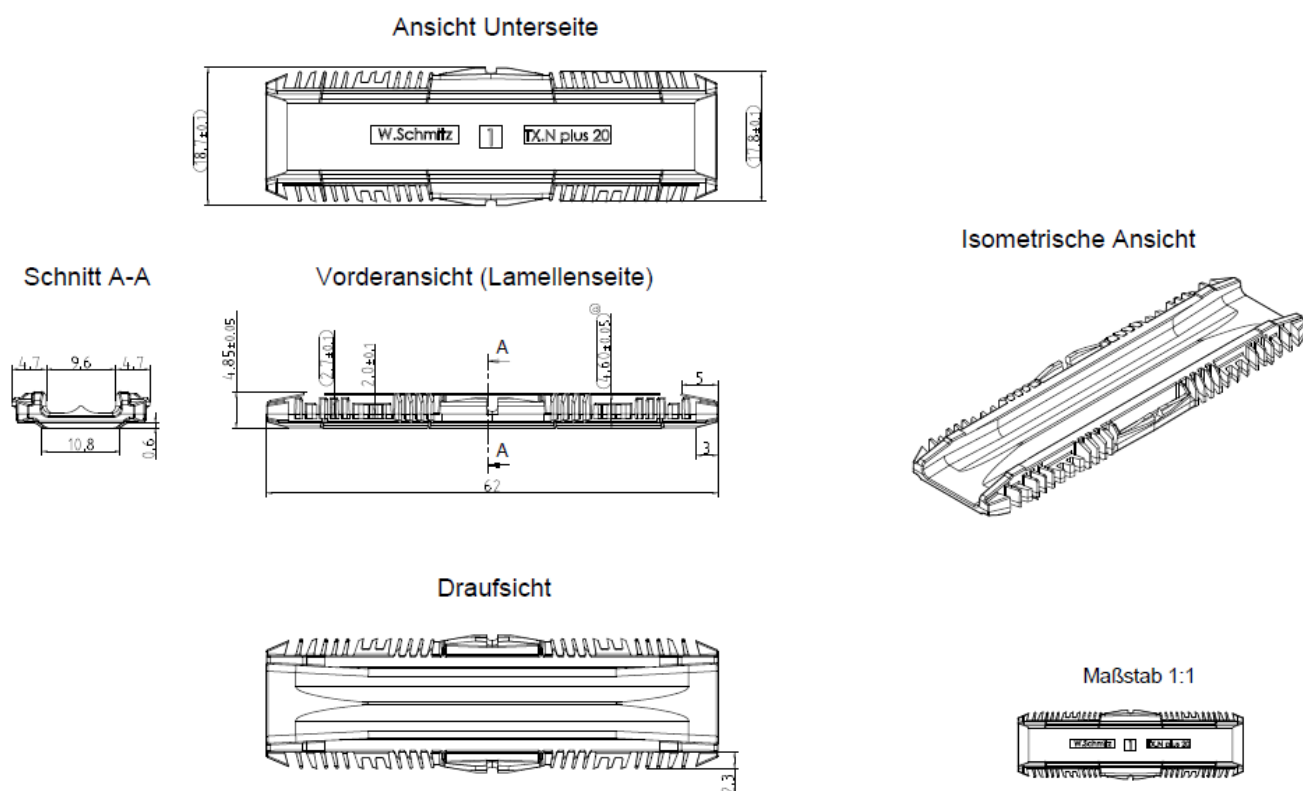


Figure 14 – Type d'éclisse en matière plastique pour THERMIX TX Pro de 10 mm à 20 mm (épaisseur 15 mm non incluse.)

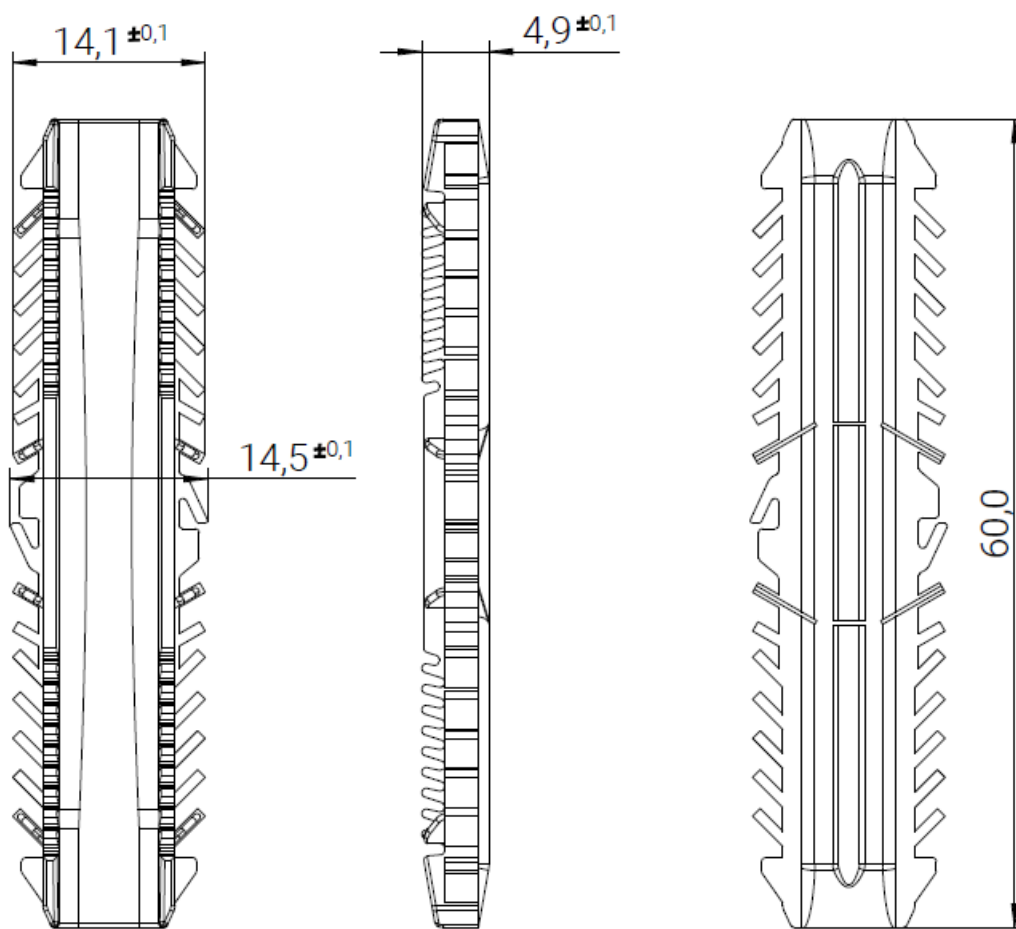


Figure 15 – Type d'éclisse en matière plastique pour THERMIX TX Pro de 12 mm à 20 mm (épaisseur 15 mm non incluse.) en polyamide avec 35% de fibres de verre

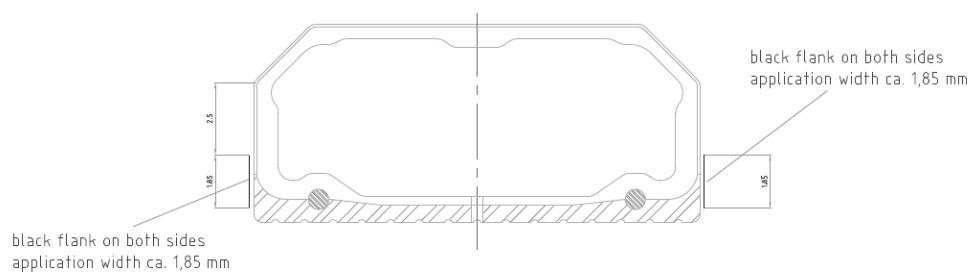


Figure 16 – Emplacement de la peinture noire sur les flancs de l'espaceur THERMIX TX Pro