

Valide du **12 mars 2025**

au **31 janvier 2028**

Sur le procédé

TECHNOFORM SP12, SP13, SP14, SP18 et SP31

Famille de produit/Procédé : Vitrage isolant

Titulaire(s) : **Technoform Glass Insulation Italia srl**
 Succursale France

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 06 - Composants de baies et vitrages

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V5	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/16-2302_V4. Cette version intègre les modifications principales suivantes : introduction de nouveaux mastics de scellement.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN
V6	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/16-2302_V5. Cette version intègre la modification suivante : introduction d'une nouvelle usine de fabrication.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN
V7	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/16-2302_V6. Cette version intègre les modifications principales suivantes : modification du titre, introduction d'une nouvelle solution espaceur (SP31) et suppression de solutions espaceurs (SP08, SP09, SP10, SP11, SP21 et SP22).	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

Descripteur :

Dans la gamme des espaceurs warm edge de Technoform Glass Insulation, il existe différents espaceurs appartenant aux TECHNOFORM SP12, SP13, SP14, SP18 et SP31 et l'ensemble de ces espaceurs est désigné « Solutions M ».

Un tableau des correspondances entre les anciennes et nouvelles désignations est disponible en annexe (tableau 1).

Les vitrages isolants avec les Solutions M, sont constitués de deux feuilles de verre plan, séparées à la périphérie par un système composé d'un mastic de scellement et d'un espaceur à base de polypropylène comportant une armature constituée par un feuillet en acier inoxydable.

Le système de vitrages isolants avec les Solutions M, permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

Les vitrages isolants avec les Solutions M, comportent par ailleurs, une barrière d'étanchéité en butyle, et un scellement de type polyuréthane, polysulfure, silicone, ou thermofusible. Ces vitrages peuvent également être réalisés avec 3 feuilles de verre plan pour constituer des triples vitrages.

Les vitrages avec les Solutions M peuvent également être mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 2 côtés ou en VEC dans le cas de scellement silicone, que ce soit dans le cas de double ou de triples vitrages.

Les cadres avec les Solutions M, sont soit pliés, soit réalisés avec des équerres butylées sur les angles (dans le cas d'un assemblage en 4 équerres).

Les vitrages avec les Solutions M, sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés).

Ces vitrages sont généralement remplis de gaz.

Les Solutions M correspondent à des lames d'air de 8 mm à 32 mm d'épaisseur nominale. Ces Solutions M peuvent comporter des renforts constitués par deux fils métalliques : il s'agit du SP14, SP18 et SP31 ; selon la version de l'espaceur les diamètres sont différents. La rigidité des espaceurs M avec renforts est augmentée par rapport à celle des Solutions M sans renfort SP12 et SP13.

Les vitrages isolants avec les Solutions M, peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame de gaz.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	6
1.2.3.	Impacts environnementaux	6
1.2.4.	Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées	7
2.1.2.	Mise sur le marché	7
2.1.3.	Identification	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.3.	Dispositions de conception	12
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	12
2.3.2.	Vérifications spécifiques	12
2.3.3.	Tolérances de fabrication.....	14
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	14
2.4.1.	Stockage des vitrages isolants avec les Solutions M – Manutention, transport.....	14
2.4.2.	Marquage.....	14
2.4.3.	Conditions de mise en œuvre.....	15
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	16
2.6.	Traitement en fin de vie	16
2.7.	Assistance technique	16
2.8.	Fabrication et contrôles.....	16
2.8.1.	Fabrication des Solutions M	16
2.8.2.	Fabrication des vitrages isolants.....	17
2.8.3.	Contrôles	18
2.9.	Mention des justificatifs	18
2.9.1.	Résultats expérimentaux	18
2.10.	Tableaux et figures du Dossier Technique.....	21

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

Le domaine d'emploi des vitrages isolants avec les Solutions M est le suivant :

- 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 XP P20-650-2.
- Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions des vitrages sont :
 - celles données dans la norme NF DTU 39,
 - celles permettant de vérifier que l'effort maximal dans le joint de scellement et les contraintes dans les produits verriers ne dépassent pas les valeurs admises précisées au § 2.3.1. « Conditions de conception »,
- Les vitrages isolants avec les Solutions M sont utilisables dans des châssis de rigidité minimale, tels que définis dans le document FD DTU 36-5 P3.
- L'épaisseur de la lame est inférieure ou égale à 32 mm.
- La réalisation d'un pré-équilibrage dans l'atelier de fabrication, ou d'un équilibrage sur site, est possible, et peut être nécessaire (suivant les dispositions du paragraphe 2.3.1). Dans ce deuxième cas, il conviendra d'utiliser des vitrages comportant un dispositif permettant l'équilibrage des pressions entre la lame d'air et l'atmosphère sur le lieu de mise en œuvre, et il ne sera pas pris en compte de remplissage en gaz pour le calcul des performances thermiques.
- Les vitrages isolants avec les Solutions M, peuvent également comporter des croisillons ou petits bois intégrés dans la lame de gaz.
- Les vitrages isolants avec les Solutions M comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement. Les modalités relatives à l'utilisation de vitrages à couches côté scellement (émargées ou non), sont précisées dans le Dossier Technique.
- Les vitrages peuvent être réalisés avec une lame de gaz remplie avec de l'argon. L'emploi d'un autre gaz est possible sous réserve que soient vérifiées les exigences de la norme NF EN 1279 ; il devra par ailleurs être utilisé dans le cadre d'une certification pour vitrage isolant (CEKAL ou équivalent) à condition de vérifier les exigences afférentes.
- La fabrication des triples vitrages est possible selon les dispositions précisées dans le Cahier des prescriptions techniques.

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

1.2.1.2. Sécurité aux chocs

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

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

Lorsque les triples vitrages sont pris en feuillure sur 4 côtés, les dispositions prévues au paragraphe 4.2.5 du document FD DTU 39 P5 sont applicables. Lorsque les vitrages sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 2 côtés des essais de chocs spécifiques doivent être réalisés selon le paragraphe 4.2.2.2 du FD DTU 39 P5.

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

Dans le cas de mise en œuvre en VEC les dispositions à mettre en œuvre sont précisées au paragraphe 4.2.5 du FD DTU 39 P5 et dans le cahier V3488_V2 à l'article 2.3.2.2.

1.2.1.3. Sécurité sous charges climatiques

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

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

2. Vitrages mis en œuvre en VEC

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

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

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

1.2.1.4. Tenue aux chocs thermiques

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

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

1.2.1.5. Isolation thermique

Le système d'étanchéité dont l'espaceur est à base de polypropylène avec une armature constituée par un feuil inox permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique.

La méthode de détermination des coefficients U_g de transmission thermique des vitrages intégrant les Solutions M est conforme à la norme EN 673.

Dans le cas de vitrage intégrant les Solutions M avec remplissage argon, la prise en compte d'un taux de remplissage pour la réalisation des calculs doit faire l'objet de justifications.

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

- Polypropylène chargé en talc constituant les Solutions M : 0,193 W/(m.K).
- Acier inoxydable constituant le feuil métallique des Solutions M : 15 W/m.K. L'épaisseur nominale du feuil est de 0,09 mm.
- Mastic polysulfure ou polyuréthane : 0,4 W/(m.K).
- Mastic silicone : 0,35 W/(m.K).
- Mastic thermofusible : 0,24 W/(m.K).

Dans le cas des Solutions M avec renforts métalliques, les fils de renfort ont un diamètre de 0,4 mm ou de 0,71 mm, et correspondent à une nuance d'acier ayant une conductivité thermique de 47,3 W/m.K.

Pour les caractéristiques thermiques des Solutions M, et en particulier, pour **SP12**, **SP13**, **SP14** et **SP18**, il pourra être pris en compte une conductivité thermique équivalente de 0,31 W/(m.K) et pour la version **SP31**, de 0,30 W/(m.K), correspondant à la section totale de l'espaceur (hauteur 6,85 mm).

Isolation thermique – Coefficient « ψ équivalent »

- La détermination d'un coefficient désigné « Ψ équivalent » (Ψ eq) sur la base des hypothèses suivantes :
- U en PVC ($\lambda = 0,17$ W/m.K) de 25 mm de hauteur totale et de 5 mm d'épaisseur sur ses 3 parois mis en œuvre en périphérie du vitrage avec un jeu de 5 mm en fond de feuillure et un recouvrement latéral de 15 mm sur la rive du vitrage.
- Un vitrage 4/16/4 avec un remplissage argon de 85 % et une couche avec une émissivité normale de 0,03 sur l'une des faces côtés lame de gaz.
- Prise en compte d'un modèle adiabatique pour la zone située au-delà du profilé en U d'une part et à 205 mm côté intérieur du vitrage (depuis le chant) d'autre part, a donné avec une hauteur de scellement de 3 mm sous talon des espaceurs, les valeurs ψ_{eq} données dans le tableau suivant. Dans ce tableau, il est également donné les valeurs pour un espaceur aluminium (eparoi = 0,355 mm) toutes les autres conditions étant égales par ailleurs.

	Valeur de « ψ_{eq} »		
	Solution M SP12, SP13, SP14 et SP18	Solution M SP31	Espaceur aluminium (e = 0,355 mm)
Scellement polysulfure ou polyuréthane	0,095	0,094	0,145
Scellement silicone	0,094	0,093	0,145

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

1.2.1.6. Isolation acoustique

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

1.2.2. Durabilité

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

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

1.2.3. Impacts environnementaux

Les Solutions M SP14 (de 10mm à 32mm de largeur), SP18 (de 12mm à 20mm de largeur) et SP31 (de 12mm à 20mm de largeur), disposent d'une déclaration environnementale (DE) en France. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits visés sont susceptibles d'être intégrés.

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

Elles sont précisées dans le dossier technique.

Les dispositions prises par les sociétés TECHNOFORM GLASS INSULATION GmbH, TECHNOFORM GLASS INSULATION Italia srl et TECHNOFORM EDGE BOND SOLUTIONS POLAND SP. Z O.O. sont propres à assurer la constance de qualité des Solutions M. Le contrôle interne de fabrication fait l'objet d'un suivi du CSTB à raison de deux visites par an sur chaque site de fabrication à savoir LOHFELDEN (Allemagne), CUSAGO (Italie) et SKAWINA (Pologne).

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La mise en œuvre VEC est possible selon les conditions précisées dans le dossier technique et dans l'Avis.

De par leur flexibilité accrue par rapport à des espaceurs classiques en Aluminium, 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 : il convient de se référer aux dispositions décrites dans le dossier technique.

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 Solutions M sont commercialisés par les sociétés du Groupe Technoform et ses distributeurs officiels.

Dans le cadre du marché Français, les coordonnées sont les suivantes :

Technoform Glass Insulation Italia srl

Succursale France

471 Rue Antoine Pinay

69740 Genas

France

Tél. : + 33 (0) 4 37 91 10 00

Fax : + 33 (0) 4 78 18 73 60

E-mail : info.es.fr@technoform.com

Internet : www.technoform.com

Les vitrages avec Solutions M visés par ce Document Technique d'Application sont produits par des fabricants bénéficiant de la certification CEKAL ou équivalent pour ce procédé.

2.1.2. Mise sur le marché

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

2.1.3. Identification

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

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

Pour ce qui concerne l'identification de l'espaceur, un marquage est réalisé tous les mètres environ.

Il est utilisé les marquages suivants qui permettent d'assurer la traçabilité des produits (un tableau des correspondances entre les anciens et nouveaux marquages est disponible au tableau 1 en annexe) : « Technoform SPXX » suivi de la date et de l'heure de fabrication puis de la codification de l'usine de production (1 pour LOHFELDEN, 2 pour CUSAGO et 3 pour SKAWINA) puis d'un numéro de code interne.

La différenciation des références se fait via les caractéristiques suivantes :

- **SP12** Solution M de largeur 8 mm.
- **SP13** Solution M sans renforts métalliques.
- **SP14** Solution M avec renforts métalliques.
- **SP18** Solution M avec renforts métalliques améliorés : le diamètre des renforts métalliques est augmenté (voir figure 2).
- **SP31** Solution M avec renforts métalliques améliorés, cavité optimisée et feuillet inox travaillé : le diamètre des renforts métalliques est augmenté (voir figure 2), la forme de la cavité interne de l'espaceur a été optimisée et le feuillet inox possède des cannelures transversales.

En fonction du code article de Technoform, le type d'espaceur est identifiable (Cf. tableaux 3 à 6 du dossier technique). Cette information est également portée sur les certificats de conformité de Technoform ainsi que sur les étiquettes d'identification des racks livrés.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages isolants intégrant les Solutions M sont constitués sur leur périphérie par un profilé espaceur à base de polypropylène comportant une armature constituée par un feuillet en acier inoxydable également désigné Solutions M.

Le système de vitrages isolants avec les Solutions M permet de réduire les transferts thermiques en périphérie par rapport à un vitrage isolant avec espaceur métallique (principe couramment appelé « warm edge »).

Un tableau des correspondances entre les anciennes et nouvelles désignations est disponible en annexe (tableau 1).

Ces espaceurs sont extrudés par la Société TECHNOFORM GLASS INSULATION GmbH située à LOHFELDEN (Allemagne), par la société TECHNFORM GLASS INSULATION Italia srl située à CUSAGO (Italie) ou par la société TECHNOFORM EDGE BOND SOLUTIONS POLAND SP. Z O.O. située à SKAWINA (Pologne) sur des lignes spécialement conçues pour ce produit.

Les espaceurs de Technoform Glass Insulation appartenant aux Solutions M peuvent être décrits tel que ci-dessous.

Solutions M :

Les espaceurs nommés Solutions M, disponibles de 8 à 32 mm, se déclinent de la manière suivante :

Dans la version standard, les Solutions M, sans ou avec renforts métalliques, ont une forme de profil différente des anciennement certifiées Solutions Wave et sont plus rigides que ces dernières : elles sont aussi constituées par du polypropylène chargé de talc, d'un feuil en acier inoxydable collé sur la zone située côté butyle et scellement (voir paragraphe 2.2.2.2 et sur les dessins du dossier technique). La conductivité thermique de l'acier inoxydable utilisé (0,09 mm d'épaisseur) est de 15 W/m.K.

Les Solutions M (or **SP12** et **SP13**) sont renforcées par des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air, et ce, pour lui donner plus de rigidité et pour réduire l'effet mémoire de forme (voir paragraphe 2.3 et sur les dessins du dossier technique).

Dans sa version **SP18**, le diamètre des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air est supérieur au diamètre des fils / renforts incorporés dans les Solutions M dans ses versions antérieures, et ce, pour améliorer son comportement mécanique.

Dans sa version **SP31**, le diamètre des fils / renforts métalliques est équivalent à celui du SP18, les retours inox logés dans la partie plastique côté lame d'air sont réduits d'environ 0.5mm de longueur, le feuil inox au dos du SP31 présente des cannelures transversales et la cavité interne de l'espaceur a été optimisée, et ce, pour améliorer le comportement mécanique de l'espaceur ainsi que son impact carbone.

Pour différencier les Solutions M, il convient de se référer aux schémas de principe figure 1 et figure 2 en annexe.

Les vitrages isolants intégrant les Solutions M, comportent par ailleurs une barrière d'étanchéité en butyle et scellement de type polysulfure, polyuréthane, silicone ou thermofusible selon les précisions données au paragraphe 2.2.2.8.

Les vitrages isolants intégrant les Solutions M visés dans le cadre de ce Document Technique d'Application présentent par ailleurs les caractéristiques suivantes :

- Les cadres sont soit pliés et fermés par une équerre ou une éclisse, soit réalisés à partir de 4 espaceurs coupés et 4 équerres butylées. De manière générale, l'utilisation de deux équerres ou plus nécessite leur butylage.
- Ils peuvent comporter des couches émargées ou non côté scellement.
- Ils peuvent être remplis de gaz (argon). L'emploi d'un autre gaz est possible sous réserve que soient vérifiées les exigences de la norme NF EN 1279 ; il devra par ailleurs être utilisé dans le cadre d'une certification pour vitrage isolant (CEKAL ou équivalent) à condition de vérifier les exigences afférentes.
- Ils peuvent comporter des croisillons intégrés dans la lame d'air.
- Les vitrages isolants intégrant les Solutions M, sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque. Ils peuvent être de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés). Dans certains cas, il peut être utilisé des équerres flexibles (ou pliables) telles que décrites au paragraphe 2.2.2.4, l'utilisation de deux équerres ou plus nécessitant leur butylage.

Les vitrages isolants intégrant les Solutions M peuvent être mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés, une prise en feuillure sur 2 côtés ou en VEC (utilisation de silicone selon le paragraphe 2.2.2.8 dans ces deux derniers cas).

Les éléments relatifs à l'identification et au marquage des espaceurs sont précisés au paragraphe 2.4.2.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages avec espaceurs Solutions M sont fabriqués avec les produits verriers suivants :

- Verre étiré (EN 572-4).
- Glace non colorée de 3 à 15 mm (EN 572-2).
- Glace teintée de 3 à 15 mm (EN 572-2).
- Les vitrages imprimés (EN 572-5) avec relief côté scellement correspondent à ceux prévus dans la certification CEKAL ou équivalent. L'utilisation d'autres vitrages imprimés avec relief côté scellement est assujettie à la réalisation d'essais de pénétration de l'humidité avec mesure des taux de gaz. Les résultats devront être satisfaisants (Cf. certification CEKAL ou équivalent).
- Glace trempée (NF EN 12150-1).
- Vitrages feuilletés conformes à la norme NF EN 14449 / NF EN 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 Matelax et Satinovo avec face traitée côté scellement.
- Vitrages dépolis hors zone de scellement en face 2 ou 3, sauf pour les cas autorisés dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent.
- Vitrages armés (EN 572-5) avec rodage des bords et en paroi verticale uniquement.
- Vitrages à couches émargées ou non côté scellement.
- Vitrages à couches émargées ou non émargées côté scellement. Les vitrages avec couches émargées ou non côté scellement qui peuvent être utilisés sont ceux retenus dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent en association avec les mastics de scellement utilisés.

2.2.2.2. Solutions M

2.2.2.2.1. Version des Solutions M sans renforts métalliques

Les Solutions M sans renforts métalliques, sont des profilés en polypropylène chargé de talc et comportant un feuillet en acier inoxydable sur les faces latérales et sur la zone destinée à recevoir le scellement. Le feuillet se retourne sur une profondeur de 2 mm environ ou 1 mm environ selon la version du produit, dans la masse du polypropylène de chaque côté de la paroi destinée à être côté lame d'air, ou selon la lame d'air.

Dans le cas de la Solution M **SP12** en 8 mm, ce retour est d'environ 1 mm, avec une épaisseur nominale de l'acier inoxydable de 0,09 mm. La conductivité thermique du polypropylène chargé de talc est de 0,193 W/(m.K).

Une représentation des Solutions M (sans renforts métalliques) est donnée sur la figure 2 (SP10, sans renforts, en 16 mm).

Le corps du profilé en polypropylène chargé de talc est identifiable par les caractéristiques suivantes :

- Matière : polypropylène chargé de talc.
- ATG : dans dossier déposé au CSTB par le demandeur.
- Spectre infrarouge : dans dossier déposé au CSTB par le demandeur.

La conductivité thermique de l'acier inoxydable utilisé (épaisseur nominale 0,09 mm) est de 15 W/m.K. La référence de l'inox utilisé pour les Solutions M fait l'objet d'un suivi entre Technoform et le CSTB.

Les Solutions M sans renforts métalliques sont réalisées selon 6 coloris, à savoir :

- Noir (RAL 9005).
- Gris foncé (RAL 7040).
- Gris clair (RAL 7035).
- Marron foncé (RAL 8016).
- Marron clair (RAL 8003).
- Blanc (RAL 9016).

Les Solutions M sans renforts métalliques, sont désignées de la façon suivante en fonction de l'épaisseur de la lame d'air :

- **SP12** 8 mm.
- **SP13** 10 mm.
- **SP13** 12 mm.
- **SP13** 14 mm.
- **SP13** 15 mm.
- **SP13** 16 mm.
- **SP13** 18 mm.
- **SP13** 20 mm.
- **SP13** 22 mm.
- **SP13** 24 mm.

La face interne des espaceurs (côté lame d'air) est légèrement incurvée côté cavité de l'espaceur afin que notamment lors du pliage, la matière reflue vers le creux de l'espaceur.

Les dimensions et tolérances relatives aux Solutions M sont données dans le tableau 2.

Les références articles des Solutions M sans renforts sont données dans les tableaux 3.

La Solution M **SP12** en 8 mm a une forme globalement rectangulaire.

2.2.2.2.2. Version des Solutions M avec renforts métalliques

Les Solutions M avec renforts métalliques, sont des profilés en polypropylène chargé de talc et comportant un feuillet en acier inoxydable sur les faces latérales et sur la zone destinée à recevoir le scellement. Le feuillet se retourne sur une profondeur de 2 mm environ ou 1 mm environ selon la version, dans la masse du polypropylène de chaque côté de la paroi destinée à être côté lame d'air. D'autre part, l'espaceur est aussi renforcé par 1 fil de métal qui est incorporé dans la masse de polypropylène, dans chaque angle de la paroi côté lame d'air, sous les ailettes de l'inox, afin de renforcer la rigidité du profil. Cette disposition ne concerne que les espaceurs pour lame d'air / gaz de 10 à 32 mm.

Une représentation des Solutions M avec renforts, est donnée sur la figure 2 (**SP14**, avec renforts, en 16 mm).

Le corps du profilé en polypropylène chargé de talc est identifiable par les caractéristiques suivantes :

- Matière : polypropylène chargé de talc.
- ATG : dans dossier déposé au CSTB par le demandeur.
- Spectre infrarouge : dans dossier déposé au CSTB par le demandeur.

La conductivité thermique de l'acier inoxydable utilisé (épaisseur nominale 0,09 mm) est de 15 W/m.K. La référence de l'inox utilisé pour les Solutions M fait l'objet d'un suivi entre Technoform et le CSTB.

La conductivité thermique du polypropylène chargé de talc est de 0,193 W/(m.K).

A l'exception des fils métalliques de diamètre 0,71 mm utilisés pour les Solutions M désignées **SP18 et SP31**, les fils métalliques utilisés pour les Solutions M ont un diamètre de 0,4 mm. La nuance d'acier des fils métalliques, utilisée pour toutes les versions des Solutions M, a une conductivité thermique de 47,3 W/m.K.

Les Solutions M avec renforts métalliques sont réalisées selon 6 coloris, à savoir :

- Noir (RAL 9005).
- Gris foncé (RAL 7040).
- Gris clair (RAL 7035).
- Marron foncé (RAL 8016).
- Marron clair (RAL 8003).
- Blanc (RAL 9016).

Les Solutions M avec renforts métalliques sont désignées de la façon suivante en fonction de l'épaisseur de la lame d'air :

- **SP14** 10 mm.
- **SP14** 12 mm.
- **SP14** 13 mm.
- **SP14** 14 mm.
- **SP14** 15 mm.
- **SP14** 16 mm.
- **SP14** 17 mm.
- **SP14** 18 mm.
- **SP14** 20 mm.
- **SP14** 22 mm.
- **SP14** 24 mm.
- **SP14** 26 mm.
- **SP14** 28 mm.
- **SP14** 30 mm.
- **SP14** 32 mm.

Les espaceurs **SP18**, avec renforts métalliques augmentés sont désignés de la façon suivante en fonction de l'épaisseur de la lame d'air :

- **SP18** 12 mm.
- **SP18** 14 mm.
- **SP18** 15 mm.
- **SP18** 16 mm.
- **SP18** 18 mm.
- **SP18** 20 mm.

Les espaceurs **SP31**, avec renforts métalliques augmentés, cavité optimisée et feuil inox travaillé sont désignés de la façon suivante en fonction de l'épaisseur de la lame d'air :

- **SP31** 12 mm.
- **SP31** 14 mm.
- **SP31** 15 mm.
- **SP31** 16 mm.
- **SP31** 18 mm.
- **SP31** 20 mm.

La face interne des espaceurs (côté lame d'air) est légèrement incurvée côté cavité de l'espaceur afin que notamment lors du pliage, la matière reflue vers le creux de l'espaceur.

Les dimensions et tolérances relatives aux Solutions M avec renforts métalliques sont données dans le tableau 2 (identiques aux Solutions M sans renforts métalliques).

Les références articles des Solutions M avec renforts métalliques sont données dans les tableaux 4, 5 et 6.

Dans la version désignée **SP18**, de 12 mm à 20 mm, le diamètre des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air est supérieur au diamètre des fils / renforts incorporés dans les Solutions M version SP14.

Dans sa version **SP31**, de 12 mm à 20 mm, le diamètre des fils / renforts métalliques est équivalent à celui du **SP18**, les retours inox logés dans la partie plastique côté lame d'air sont réduits d'environ 0,5 mm de longueur, le feuil inox au dos du **SP31** présente des cannelures transversales et la cavité interne de l'espaceur a été optimisée.

2.2.2.3. Déshydratant

Le déshydratant utilisé est de type tamis moléculaire.

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

Les cadres espaceurs sont soit pliés, soit réalisés avec des équerres sur les angles (dans le cas de l'utilisation de deux équerres ou plus pour la réalisation du cadre, les équerres doivent être butylées). La masse indicative de tamis moléculaire par mètre d'espaceur est donnée dans les tableaux suivants (valeurs indicatives pour un tamis de diamètre 0,7 mm) :

Solutions M (toutes versions) (avec et sans renforts métalliques)	Masse indicative théorique de tamis par mètre linéaire
8	17 à 22 g/m
10	21 à 30 g/m
12	25 à 35 g/m
13	29 à 41 g/m
14	34 à 45 g/m
15	38 à 48 g/m
16	41 à 51 g/m
17	43 à 57 g/m
18	46 à 59 g/m
20	54 à 64 g/m
22	62 à 72 g/m
24	73 à 82 g/m
26	75 à 92 g/m
28	80 à 100 g/m
30	88 à 108 g/m
32	95 à 116 g/m

2.2.2.4. Équerres d'angle

Les équerres d'angle sont en polyamide et des modèles sont disponibles pour l'ensemble des versions des Solutions M.

Les références principales des équerres sont récapitulées dans les tableaux 7-8 (références articles Technoform). Elles sont fournies par Technoform.

Les équerres rigides (angles à 90°) sont réalisées en deux coloris (gris et noir). D'autres coloris sont possibles sur demande.

Les équerres pliables sont ton opale ou noir. Dans le cas d'utilisation de billes de tamis moléculaire de petit diamètre, il pourra s'avérer nécessaire d'améliorer l'obturation latérale (bouchon de mousse, butyle...).

Les croquis des équerres rigides, pliables et pour remplissage gaz sont donnés sur les figures 3 et 4 en annexe.

Il pourra aussi être utilisé d'autres types d'équerres appropriées aux Solutions M, et développées/qualifiées par Technoform.

2.2.2.5. Éclisses

Lorsqu'un aboutage est réalisé en partie courante, il est réalisé à l'aide d'éclisses (également dit connecteurs droits) en acier galvanisé (couleur naturel acier, noir ou anthracite) ou en plastique (couleur gris ou noire), adaptées à la géométrie interne des Solutions M. Ces éclisses sont fournies par Technoform.

Les références principales des éclisses sont récapitulées dans les tableaux 7-8 en annexes suivant les mêmes indications que celles données pour les équerres (référence article Technoform).

Des dessins d'éclisses type en acier galvanisé sont donnés sur la figure 5.

Pour les éclisses plastique fournies par la société Technoform (ton gris ou noir selon la référence), les références articles sont également données dans les tableaux 7-8 (références articles Technoform). Des dessins types sont donnés sur la figure 6.

Il pourra être utilisé d'autres types d'éclisses appropriées aux Solutions M, et développées/qualifiées par Technoform.

2.2.2.6. Configuration des cadres espaceurs

Les cadres avec les Solutions M peuvent être assemblés de différentes manières :

- Avec 4 angles pliés et comporter une ou le cas échéant deux éclisses (équipement LENHARDT, LISEC ou BAYER par exemple).
- Avec 3 angles pliés avec une équerre sur le quatrième angle et le cas échéant une éclisse (équipement Rjukan par exemple).
- Avec 4 équerres et dans ce cas les équerres sont « butylées » sur les 4 angles.

2.2.2.7. Butyle

Il est utilisé soit le butyle JS 680 de TREMCO, GD 115 de KÖMMERLING ou le Butylver de Fenzi.

Il pourra être utilisé d'autres butyles associés aux systèmes de scellement prévus dans le Dossier Technique à la condition qu'ils aient été reconnus équivalents dans le cadre d'une certification.

2.2.2.8. Mastic de scellement

Les mastics de scellement utilisés sont les suivants :

- Polysulfure: THIOVER F/1 de Fenzi, GD 116 et GD 116M, GD 116 NA, Naftotherm M82 935 de Kömmerling.
- Polyuréthane : IGK 130 fluide ou HV de IGK, Poliver GP-AC fluide de pâteux de Fenzi, GD 677 NA fluide ou pâteux et GD 677 NA Plus fluide ou pâteux de Kömmerling, JS 442 MF fluide ou HV.

- Silicone : Dowsil 3362 HV et HV/GER et Dowsil 3363 de Dow Europe, Sikasil IG 25 HM Plus de Sika, GD 920 et Ködiglaze S de Kömmerling.
- Thermofusible : ISOMELT de Kömmerling.

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

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Compositions et dimensions

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

Les épaisseurs nominales des lames d'air vont de 8 mm à 32 mm.

Il est possible d'assembler en vitrages avec les Solutions M, 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 butyle et du scellement sont identiques à celles généralement retenues pour des vitrages isolants courants (la hauteur de scellement sous talon des espaceurs est de 3 mm minimum avec seuil critique de 2,5 mm ponctuellement).

Les vitrages avec les Solutions M sont généralement remplis de gaz argon.

Ils comportent généralement des couches faiblement émissives émargées côté scellement.

Les vitrages isolants intégrant les Solutions M, sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque. Ils peuvent être de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés). Les vitrages isolants avec espaceurs Solutions M assemblés avec équerres sont carrés, rectangulaires, triangulaires ou en quadrilatère de forme quelconque, éventuellement de type cintré (vitrages plans avec espaceurs cintrés).

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

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 butyle 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 les Solutions M mis en œuvre avec prise en feuillure sur quatre côtés

La hauteur minimale du scellement est de 3 mm.

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

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

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

Il sera vérifié :

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

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

- Température de fabrication : 15°C.
- Hauteur du système de scellement : 10 mm.
- Position du vitrage : 90° par rapport à l'horizontale.
- Température extérieure d'été : 35°C.
- Température intérieure d'été : 25°C.
- Pas de protection solaire.
- Flux solaire : 800 W/m².
- Coefficient d'échange superficiel intérieur : hci = 3.6 W/(m².K).
- Coefficient d'échange superficiel extérieur : hce = 8 W/(m².K).
- Différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication : 300 m.
- Composants verriers à couches dont les caractéristiques énergétiques ont été utilisées pour l'établissement de ces tableaux.

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

Le calcul sera réalisé à partir des informations suivantes :

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

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

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

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

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

Triples vitrages

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

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

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

2.3.2.2. Vérifications – Vitrages isolants avec les Solutions M pris en feuillure sur deux côtés éventuellement avec vitrages décalés sur les angles des bâtiments.

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

Il est utilisé un mastic silicone précisé dans le paragraphe 2.2.2.8. La hauteur minimale de scellement silicone est de 3 mm.

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

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

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

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

2.3.2.3. Vérifications – Vitrages isolants avec les Solutions M mis en œuvre en VEC

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

où :

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

ℓ = la plus petite dimension en mètre du vitrage.

σ_{des} = contrainte admissible en traction en MPa.

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

- $\frac{1}{2}$ si e_1 (épaisseur du composant verrier extérieur) est inférieure ou égale à e_2 (épaisseur du composant verrier intérieur).
- 1 si $e_1 > e_2$.

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

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

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

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

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

La valeur de β utilisée sera le maximum des deux valeurs suivantes :

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

- 0,5.

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

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

2.3.3. Tolérances de fabrication

Les tolérances de fabrication sur les épaisseurs totales des vitrages (exception faite d'emploi de joints de scellement thermofusible) sont les suivantes (cas de composants monolithiques) :

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

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

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

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

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

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

Les autres spécifications sont celles des vitrages courants.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Stockage des vitrages isolants avec les Solutions M – Manutention, transport

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

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

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

2.4.2. Marquage

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

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

Pour ce qui concerne l'identification de l'espaceur, celui-ci comporte un marquage indiquant la référence de l'espaceur permettant de différencier les versions de produits (Solutions M) et cet « identifiant » permet d'avoir la traçabilité sur la fabrication afférente.

Les dispositions précises relatives à l'identification et au marquage des espaceurs sont décrites ci-après

Description générale du marquage de l'espaceur :

« Technoform SPXX » suivi de la date et de l'heure de fabrication puis de la codification de l'usine de production (1 pour LOHFELDEN, 2 pour CUSAGO et 3 pour SKAWINA) puis d'un numéro de code interne.

La différenciation des références se fait via les caractéristiques suivantes :

- **SP12** Solution M de largeur 8 mm.
- **SP13** Solution M évoluées sans renforts métalliques.

- **SP14** Solution M évoluées avec renforts métalliques.
- **SP18** Solution M avec renforts métalliques améliorés : le diamètre des renforts métalliques est augmenté (voir figure 2).
- **SP31** Solution M avec renforts métalliques améliorés, cavité optimisée et feuillure en inox travaillé : le diamètre des renforts métalliques est augmenté (voir figure 2), la forme de la cavité interne de l'espaceur a été optimisée et le feuillure en inox possède des cannelures transversales.

Ce marquage est inscrit sur les espaceurs environ tous les mètres.

De plus, en fonction du code article de Technoform le type d'espaceur est identifiable (Cf. tableaux 3 à 6 du dossier technique). Cette information est également portée sur les certificats de conformité de Technoform ainsi que sur les étiquettes d'identification des racks livrés.

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.

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

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 les Solutions M mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés

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

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

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

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

2.4.3.3. Vitrages isolants avec les Solutions M 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 pour la détermination des performances thermiques des vitrages.

2.4.3.4. Vitrages isolants avec les Solutions M mis en œuvre en VEC

Il est utilisé un scellement silicone selon le paragraphe 2.2.2.8, et la hauteur de scellement est déterminée selon les règles détaillées au paragraphe 2.3.2.

Vitrage isolant avec les Solutions M 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 les Solutions M non bordé

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

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

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

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

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

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

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

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

2.6. Traitement en fin de vie

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

Les espaceurs Solutions M, recouverts de mastic de scellement, ne peuvent être réutilisés ou recyclés, ils doivent être traités comme des déchets ordinaires.

2.7. Assistance technique

Dans le cadre du marché français, les coordonnées pour une assistance technique sont les suivantes :

Technoform Glass Insulation Italia srl

Succursale France

Tél. : + 33 (0) 4 37 91 10 00

E-mail : info.es.fr@technoform.com

En cas de besoin d'une assistance technique en dehors du territoire français, l'ensemble des sociétés du groupe Technoform peuvent être contactées.

2.8. Fabrication et contrôles

2.8.1. Fabrication des Solutions M

La bande de feuillard en acier inoxydable est entraînée depuis un rouleau et amenée au niveau de l'outil de formage. L'outil de formage comporte une succession de rouleaux donnant la géométrie définitive au feuillet d'acier inoxydable initial. Les matériaux de base en matière plastique sont mélangés avec les colorants. Le mélange est chauffé et il est appliqué sur le feuillet inox précédemment formé. Ensuite les deux matériaux traversent des matrices d'extrusion qui donnent la forme définitive à l'espaceur. Un logiciel de contrôle spécifique permet l'application correcte du polypropylène en fusion après chauffage. Après ce processus, les profilés sont refroidis. Un équipement électrique spécifique assure le mouvement d'entraînement d'ensemble du profilé.

Ensuite, la perforation des espaceurs est réalisée. Les Solutions M sont ensuite coupées en longueur de 6 mètres en standard, mais d'autres longueurs peuvent être découpées sur demande du client. Les Solutions M sont mises en place sur une table où tous les critères d'aspect sont vérifiés. Les Solutions M **SP12** et **SP13**, repérées par le marquage « Technoform SP12 » et « Technoform SP13 » sont ensuite équipées d'éclisses sur une extrémité et groupés par paquets. Ces paquets sont ensuite conditionnés en racks acier récupérables par Technoform (conditionnement de grande taille) ou en caisses bois de petites, moyennes ou grandes contenances (1 seul usage), mais d'autres conditionnements de type emballages cartons peuvent aussi être proposés par Technoform ou sur demande éventuelle du client.

Pour la version de l'espaceur avec les renforts métalliques **SP14**, **SP18** et **SP31**, repérées par le marquage « Technoform SP14 », « Technoform SP18 » et « Technoform SP31 » le procédé est identique à celui décrit ci-dessus et en plus, un fil de métal est incorporé dans la masse de polypropylène, dans chaque angle de la paroi côté lame d'air, sous les ailettes du feuillet en acier inoxydable.

Conditionnement

Les Solutions M sont livrées conditionnées par paquets mis dans des racks acier ou caisses bois de grande taille ou bien dans des petites ou moyennes caisses bois, ou encore conditionnement en cartons. Dans le cas de demandes spécifiques, d'autres conditionnements peuvent être mis en œuvre.

Les conditionnements comportent systématiquement un étiquetage indiquant au minimum, les caractéristiques de l'espaceur, le nom du client ainsi que le numéro de commande attribué par Technoform, le numéro d'article Technoform, ainsi que le numéro de lot.

Les Solutions M comportent par ailleurs un marquage codé permettant de retrouver la traçabilité du produit. Ce marquage est inscrit sur l'espaceur tous les 1 mètre environ.

2.8.2. Fabrication des vitrages isolants

2.8.2.1. Dispositions spécifiques aux Solutions M

Le stockage des Solutions M 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 des Solutions M sont manipulées (acheminement vers la zone de pliage par exemple). Les profilés des Solutions M peuvent éventuellement présenter des déformations résiduelles si des dispositions adéquates ne sont pas prises.

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

Dans le cadre de ce Document Technique d'Application, les cadres sont soit pliés, soit assemblés avec des équerres. Lorsqu'ils sont pliés, ils peuvent comporter une ou deux éclisses, ou bien une équerre dans un angle dit « de fermeture » avec éventuellement une éclisse. Dans le cas des vitrages dits en forme, et lorsqu'un angle est inférieur à 45°, il est alors utilisé des équerres pliables pour la fermeture du cadre. Les équerres sont butylées dans le cas d'un cadre assemblé en 4 équerres.

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

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

- Ajuster la taille du cadre des Solutions M dont la hauteur du profilé est de 7 mm environ (par comparaison aux espaceurs aluminium qui ont généralement une hauteur de profilé de 6,5 mm environ) afin d'avoir une hauteur minimale de scellement en partie courante de 3 mm y compris les tolérances de pose, à savoir par exemple le positionnement des cadres.
- Pour un angle donné, l'angle de pliage proprement dit, doit être supérieur d'environ 8° à 14° en raison de l'élasticité résiduelle après pliage (paramètres éventuellement variables en fonction des équipements de pliage et selon le type d'espaceur, les différentes versions des Solutions M nécessitant en général les mêmes réglages).
- 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.
- 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 butyle.
- Les cadres espaceurs sont remplis en tamis moléculaire de façon généralement automatique soit sur un petit côté et un grand côté, soit sur quatre côtés suivant les précisions données au chapitre 2 (les cadres peuvent éventuellement être remplis sur les 2 grands côtés).
- Les Solutions M peuvent être butylées manuellement ou de façon automatique lorsqu'ils sont pliés. Cependant, au regard de leur rigidité, il peut éventuellement s'avérer nécessaire de butyler manuellement les cadres avec les Solutions M en fonction de la grande dimension. Même en cas de butylage manuel, un soin particulier est à apporter afin de ne pas générer de déformations résiduelles en fonction de la vitesse d'avancement de la bande.
- La mise en place des cadres avec les Solutions M, remplis de déshydratant et butylés, sur le premier composant nécessite un soin et une attention bien spécifiques pour permettre son bon positionnement par rapport aux différents côtés. En effet, lors d'un pliage insuffisant lié à l'élasticité résiduelle cela peut avoir pour conséquence de ne pas avoir les côtés droits parfaitement rectilignes (légèrement bombés) et par ailleurs la moindre rigidité de ces cadres en comparaison avec un espaceur aluminium est un paramètre à prendre en compte pour bien maîtriser cette opération. L'utilisation de cales spécialement conçues pour les Solutions M peut s'avérer nécessaire pour bien positionner les cadres par rapport au bord des vitrages.
- Il convient également de bien appliquer manuellement le cadre sur le premier composant verrier par pressage adéquat, 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. La mise en place de croisillons sur les cadres avec les Solutions M est possible en utilisant des agrafes courantes ou des vis. Il convient cependant éventuellement de diminuer la pression à environ 3 bars ou moins pour leur application afin de ne pas dégrader les Solutions M, par éclatement par exemple.
- Pour ne pas avoir de dépôt de poussières, ou de pollution sur les Solutions M, il est recommandé de mettre en place un système de projection d'ions pour l'élimination des charges électrostatiques, au niveau de la phase butylage notamment.
- La société Technoform se tient disponible pour toute question relative à la mise en œuvre de ces dispositions.

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 manuel en gaz peut être effectué de différentes manières :
 - A partir de deux trous réalisés sur les Solutions M (comme dans le cas d'espaceur métallique) avec rebouchage reconstituant deux barrières,
 - A partir d'équerres d'angles spécifiques comportant des trous, également rebouchées après remplissage, pour des épaisseurs de 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm et 20 mm sur le principe de méthodes également utilisées dans le cas d'espaceurs courants.

2.8.3. Contrôles

2.8.3.1. Contrôles relatifs à la fabrication des Solutions M

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

2.8.3.1.1. Matières premières utilisées pour la fabrication des Solutions M

Chaque matière première livrée fait l'objet de spécifications avec les contrôles correspondants. Les certificats de contrôles sont fournis à Technoform pour chacun des lots livrés.

Par ailleurs, Technoform contrôle l'adhérence de différents scellements sur chaque lot de feuil inox.

2.8.3.1.2. Contrôles sur la ligne de fabrication des Solutions M

Les lignes d'extrusion sont équipées d'une unité de vérification qui contrôle la production des Solutions M. Tous les paramètres importants sont stockés selon les largeurs appropriées des espaceurs. Les données sont chargées avant le commencement du processus de fabrication. Ces données comportent des informations concernant les principaux paramètres suivants :

- Pression de la matière en fusion.
- Tours par minute de la vis d'extrusion.
- Pression de la pompe pour les matériaux en fusion.
- Température de la matière en fusion.
- Vitesse de défilement.

Lorsque les réglages sont réalisés, toutes les dimensions sont mesurées. Si certains résultats ne sont pas dans les tolérances admises, les paramètres mentionnés ci-avant sont ajustés, jusqu'à obtenir des valeurs correspondant aux spécifications. Les nouvelles données sont ensuite stockées dans l'unité de vérification.

2.8.3.1.3. Contrôles sur produits finis réalisés sur les Solutions M

Un lot d'espaceurs Solutions M correspond à la fabrication d'une épaisseur donnée, dans un coloris donné et avec un même numéro de lot de feuillard en acier inoxydable (cela peut correspondre à plusieurs rouleaux de feuillard). Un lot peut correspondre à 30 000 mètres linéaires d'espaceurs par exemple.

Les différents types de contrôles sont récapitulés dans le tableau 9.

Par ailleurs, chaque semaine, il est réalisé des essais d'adhérence sur les espaceurs avec plusieurs polysulfures, polyuréthanes et silicones.

Chaque livraison des Solutions M, est accompagnée des certificats de conformité des lots afférents déterminés à partir du numéro de commande donné par Technoform.

2.8.3.2. Contrôles relatifs à la fabrication des vitrages isolants réalisés à partir des Solutions M

Les caisses bois ou les racks des Solutions M 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.

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

Ces contrôles sont cependant complétés par les suivants :

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

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

Pour l'identification des produits, il est utilisé un marquage codé permettant de retrouver la traçabilité du produit. Ce marquage est inscrit sur les espaceurs environ tous les mètres. De plus, les codes articles de Technoform (cf. tableaux 3 à 6 en annexe) permettent d'identifier la version des profilés. Cette information est également portée sur les certificats de conformité de Technoform ainsi que sur les étiquettes d'identification des racks livrés.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Dans les résultats expérimentaux suivants, l'ancienne désignation TGI-Spacer correspond à la Solution Wave, l'ancienne désignation TGI-Spacer M correspond à la Solution M SP14.

- Mesure du retrait après exposition pendant 1 heure à 60°C, 70°C et 80°C d'espaceurs TGI-Spacer (rapport d'essais BV04-541).
- Essais d'aptitude à la déformation (coefficient 100) réalisés sur des vitrages isolants avec espaceurs TGI-Spacer W 20 inox et butyle Totalseal 3524/1 et polyuréthane 3189/2 selon la norme NF P 78-455 (rapport d'essais n° BV05-176).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme NF P 78-451 (cas des 336 cycles avec UV) sur des vitrages avec butyle Totalseal 3524/1, espaceurs TGI-Spacer W 12 inox et polyuréthane 3189/2 avec remplissage argon (rapport d'essai n° BV05-172).

- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés après 336 cycles de climat variable sur des vitrages TGI-Spacer de « grandes dimensions » et de même composition que ceux indiqués à l'alinéa précédent (rapport d'essais BV05-105).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon la norme NF P 78-451 (cas des 336 cycles avec UV) sur des vitrages avec butyle Terostat 969, espaceurs TGI-Spacer W 12 inox et silicone DC 3362 (rapport d'essais BV05-330).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon la norme NF P 78-451 (cas des 336 cycles avec UV) sur des vitrages avec butyle TEROSTAT 969, espaceurs TGI-Spacer W 12 inox et polyuréthane 3189/G1 avec remplissage argon (rapport d'essais n° BV05-329).
- Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'espaceurs TGI-Spacer 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° BV05-279).
- Essais de fogging selon la norme EN 1279.6 (essais réalisés par IFT ROSENHEIM et MPA DARMSTADT) sur les différents coloris d'espaceurs TGI-Spacer.
- Établissement des ATG et spectre IR des espaceurs TGI-Spacer noir, gris foncé, et gris clair (rapport CSTB n° BV 04-511).
- Détermination de la conductivité thermique du polypropylène utilisé pour réaliser les espaceurs TGI-Spacer (rapport d'essais P1-063/2005 du FRAUNHOFER INSTITUT).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon l'ancienne norme NF P 78-451, cas des 336 cycles avec rayonnement ultraviolet (rapport d'essais n° BV06-381). Les vitrages 350 mm x 500 mm, 4/12/4, comportaient un espaceur TGI-Spacer avec 4 équerres butylées, remplissage en tamis moléculaire sur 4 côtés, butyle JS 780 et scellement polyuréthane JS 442 HV de PROSYTEC.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 (Terostat 969, JS 442, espaceur TGI-Spacer de 12 mm, tamis zeolith 551 de GRACE ; essais réalisés par MPA DARMSTADT – Rapport n° B040330.1E).
- Taux de fuite selon la norme EN 1279-3 (Terostat 969, JS 442, espaceur TGI-Spacer de 12 mm, tamis zeolith 551 de GRACE ; essais réalisés par MPA DARMSTADT – Rapport n° B04 0330.2E).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 (Bostik 3524, 3189/2, espaceurs TGI-Spacer de 12 mm plié, Phonosorb 551 de GRACE ; essais réalisés par Danish Technological Institute – Rapport n° 1316346 – 02/130492).
- Taux de fuite selon la norme EN 1279-3 (Bostik 3524, 3189/2, espaceurs TGI-Spacer de 12 mm plié, Phonosorb 551 de GRACE; essais réalisés par Danish Technological Institute – Rapport n° 1316346 – 02/130795).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon la norme EN 1279-2 (TEROSTAT 969, Molsiv XL8 de UOP, espaceur TGI-Spacer plié et silicone DC 3362 ; essais réalisés par MPA DARMSTADT).
- Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'espaceurs TGI-Spacer à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur UV (rapport d'essais n° BV07-473).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 (espaceurs TGI-Spacer pliés, Terostat 969, Molsiv XL P de UOP et scellement silicone DC 3362) réalisés par MPA Darmstadt (rapport d'essais n° B 05 0543.2E).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon l'ancienne norme NF P 78-451 sur vitrage 350 mm x 500 mm-4/12/4, remplissage 2 côtés adjacents (Siliporite NK 30 CECA) + butyle GD 115 + GD 677 (rapport d'essai CSTB n° BV09-1110).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 (rapport n° 1001892-04-02 du DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE) avec Naftotherm M82 + butyle Naftotherm BU-S et espaceur TGI-Spacer rempli sur deux côtés.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon EN 1279-2 (rapport n° 1316346-02 du DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE) avec GD 115 + GD 677 et espaceur TGI-Spacer rempli sur deux côtés.
- Essais relatifs à la mesure du taux de fuite selon EN 1279-3 rapport n° 1001892-04-08) du DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE avec Naftotherm BU-S + M82 et espaceur TGI-Spacer rempli sur deux côtés.
- Essais relatifs à la mesure du taux de fuite selon EN 1279-3 (rapport 1316346-02) du DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE avec GD 115 + GD 677 et espaceur TGI-Spacer rempli sur deux côtés.
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 (TGI-Spacer + DC 3362) par l'INISMA selon rapport n° 05/BE.191.
- Taux de fuite selon la norme EN 1279-3 (TGI-Spacer + DC 3362) par l'INISMA selon rapport 2006 B VIDO 2601-2
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon l'ancienne norme NF P 78-451 avec espaceur TGI-Spacer rempli en déshydratant sur quatre côtés avec butyle Naftotherm BU-S de KOMMERLING et scellement polysulfure GD 116 + gaz (rapport CEBTP BE B7-8.0063 n° 3).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité selon l'ancienne norme NF P 78-451 avec espaceur TGI-Spacer rempli en déshydratant sur quatre côtés avec butyle NAFTOTHERM BU-S de KOMMERLING et scellement polysulfure M82 935 + gaz (rapport CEBTP BEB7-8-0063 N° 6).
- Rapport d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer avec acier inoxydable 1.4301 + JS 442 d'une part et DC 3362 d'autre part (Rapport CSTB n° BV10-1096).
- Rapport d'essai BV10-927 relatif à la tenue en température et humidité d'espaceur TGI-Spacer en barre de 2 m avec acier inoxydable 1.4301.
- Rapport d'essai BV13-356 relatif à des essais d'adhésivité cohésion sur espaceurs TGI-Spacer M (acier inoxydable 1.4310) avec GD 677, GD 116 et DC 3362.
- Rapport d'essais BV12-922 relatif à des essais de 168 cycles de climat variable sur « barres » d'espaceur de 2 mètres avec acier inoxydable 1.4372.
- Rapport d'essais IFT (12-003263-PRO1) selon EN 1279-2 sur vitrage isolant avec TGI-Spacer M + butyle GD 115 + scellement GD 116.
- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer M et JS 442 MF (rapport CEBTP BEB6-E-3045/6 de septembre 2014).
- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer et GD 677 NA (rapport CEBTP BEB6-E-3034-02 d'octobre 2014).
- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer M et GD 677 NA (rapport CEBTP BEB6-E-3049 de juin 2015).

- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer M et ISOMELT (rapport CEBTP BEB6-E-3034-01 d'avril-mai 2015).
- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer M et POLIVER HV (rapport CEBTP BEB6-E-3034-03 d'août 2015).
- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer M et JS442MF (rapport CEBTP BEB6-E-3045/6 de septembre 2014).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 et taux de fuite selon la norme EN 1279-3 (TGI-Spacer M + DC 3362 HV) par l'IFT selon rapport n° 15-001999-PR02.
- Rapport d'essais BV18-1685 relatif à des essais de 168 cycles de climat variable sur « barres » d'espaceur de 2 mètres d'espaceur TGI-Spacer M.
- Caractérisation par colorimétrie et échelle des gris d'espaceurs TGI-Spacer M à l'état initial et après 3000 heures d'exposition dans un dégradeur WOM (rapport d'essais n° BV19-0109).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 et taux de fuite selon la norme EN 1279-3 (TGI Spacer M + GD116 NA) par le SSV (rapport n° 142022 du 18/01/2017 et rapport n°144932 du 3/05/2017).
- Rapport d'essais BV20-0421 relatif à des essais de 168 cycles de climat variable sur « barres » d'espaceur de 2 mètres d'espaceur TGI-Spacer M version désignée SP18.
- Rapport d'étude thermique du CSTB, relatif à l'établissement du coefficient ψ_{eq} et à la validation de la valeur de conductivité thermique équivalente de l'espaceur TGI-Spacer M version désignée SP18.
- Rapport d'essais IFT (rapport n°22-001035-PR02) selon EN 1279-2 sur vitrage isolant avec SP14 et DS3363.
- Résultats d'essai d'adhésivité cohésion entre TGI-Spacer M et GD 677 NA Plus (rapport CEBTP BEB6.L.3004.01 de février 2021).
- Résultats d'essais d'adhésivité cohésion entre SP31 et GD 677NA, GD 116NA et DWOSIL 3363 (rapport BEB6.N-3067-01/02 et 03 d'octobre 2023).
- Essai de 168 cycles de climat variable sur barres de 2 mètres d'espaceur SP31 (rapport d'essai DBV23-2059 de décembre 2023).
- Comportement après exposition pendant 1 heure à 60°C, 70°C et 80°C d'espaceurs SP31 (rapport d'essais DBV-23-23208 de décembre 2023).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon la norme EN 1279-2 et taux de fuite selon la norme EN 1279-3 (SP31 + GD677 NA) par le Tüv Rheinland (rapports n° 89222874-01 et -02 de décembre 2023).
- Rapport d'étude thermique du CSTB, relatif à l'établissement du coefficient ψ_{eq} et à la validation de la valeur de conductivité thermique équivalente de l'espaceur TGI-Spacer M version désignée SP31 (rapport DBV-23-25645 de février 2024).
- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec mesures de gaz réalisés selon le DTU 39 P1-2 annexe B cas des 168 cycles sur vitrage 350 mm x 500 mm - 4/16/4, remplissage 2 côtés adjacents et GD 677 NA (rapport d'essai CSTB n° DBV24-29003). $I = 0,066-0,0173-0,079$; $TRI = 90,1 - 89,6\%$ $TRR = 86,7 - 86,8 - 87,2\%$.

2.10. Tableaux et figures du Dossier Technique

Anciennes désignations et marquage	Nouvelles désignations	Nouveaux marquages
TGI-Spacer M 8 mm : TGI-M XX-XX-XX XX :XX XX	SP12	Technoform SP12 XX-XX-XX XX :XX XX
TGI-Spacer M sans renforts métalliques : TGI-M nw (2) XX-XX-XX XX :XX XX	SP13	Technoform SP13 XX-XX-XX XX :XX XX
TGI-Spacer M avec renforts métalliques : TGI-M ww (2) XX-XX-XX XX :XX XX	SP14	Technoform SP14 XX-XX-XX XX :XX XX
TGI-Spacer M SP18 avec renforts métalliques augmentés : SP18 XX-XX-XX XX :XX XX	SP18	Technoform SP18 XX-XX-XX XX :XX XX
Désignations	Marquage	
SP31 avec renforts métalliques améliorés, cavité optimisée et feuil inox travaillé	Technoform SP31 XX-XX-XX XX :XX XX	

Tableau 1 – Correspondances anciennes et nouvelles désignations, anciens et nouveaux marquages

Référence profilé	Largeur (suivant épaisseur lame d'air) (mm)	Hauteur (mm)	Épaisseur paroi côté lame d'air (mm)	Épaisseur paroi côté scellement (mm)	Épaisseur paroi latérale (mm)
SP12 8 mm	7,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 10 mm	9,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 - SP31 12 mm	11,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP14 13 mm	12,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 - SP31 14 mm	13,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 - SP31 15 mm	14,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 - SP31 16 mm	15,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP14 17 mm	16,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,8 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 - SP31 18 mm	17,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	0,9 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 - SP18 - SP31 20 mm	19,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 22 mm	21,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP13 - SP14 24 mm	23,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP14 26 mm	25,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP14 28 mm	27,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP14 30 mm	29,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1
SP14 32 mm	31,45 ± 0,15	6,85 ± 0,15	1 ^{+0,2} _{-0,1}	0,7 ^{+0,1} _{-0,2}	0,8 ± 0,1

Tableau 2 – Dimensions et tolérances relatives aux Solutions M (avec ou sans renfort métallique)*

REFERENCES SOLUTIONS M SP12 – SP13, sans renforts métalliques, acier inoxydable avec conductivité $\lambda = 15$ (L=6000 mm en standard avec connecteur métallique pré-inséré, d'autres longueurs sont disponibles sur demande)

Si le numéro d'article est suivi de la lettre p, le connecteur pré-inséré est en plastique

	RAL 7035	RAL 7040	RAL 8003	RAL 8016	RAL 9005	RAL 9016
8 mm	200001	200002	200003	200004	200005	200006
10 mm	200500	200501	200502	200503	200504	200505
12 mm	200518	200519	200520	200521	200522	200523
14 mm	200537	200538	200539	200540	200541	200542
15 mm	200555	200556	200557	200558	200559	200560
16 mm	200573	200574	200575	200576	200577	200578
18 mm	200592	200593	200594	200595	200596	200597
20 mm	200609	200610	200611	200612	200613	200614
22 mm	200627	200628	200629	200630	200631	200632
24 mm	200645	200646	200647	200648	200649	200650

Tableau 3 : Références Solutions M, sans renforts métalliques (λ inox = 15 W/m.K, épaisseur nominale inox = 0,09 mm)

REFERENCES SOLUTIONS M SP14, avec renforts métalliques, acier inoxydable avec conductivité $\lambda = 15$ (L=6000 mm en standard avec connecteur pré-inséré par défaut, d'autres longueurs sont disponibles sur demande)

Si le numéro d'article est suivi de la lettre p, le connecteur pré-inséré est en plastique

	RAL 7035	RAL 7040	RAL 8003	RAL 8016	RAL 9005	RAL 9016
10 mm	200663	200664	200665	200666	200667	200668
12 mm	200681	200682	200683	200684	200685	200686
13 mm	200687	200688	200689	200690	200691	200692
14 mm	200700	200701	200702	200703	200704	200705
15 mm	200718	200719	200720	200721	200722	200723
16 mm	200736	200737	200738	200739	200740	200741
17 mm	200742	200743	200744	200745	200746	200747
18 mm	200755	200756	200757	200758	200759	200760
20 mm	200772	200773	200774	200775	200776	200777
22 mm	200790	200791	200792	200793	200794	200795
24 mm	200808	200809	200810	200811	200812	200813
26 mm	200820	200821	200822	200823	200824	200825
28 mm	200832	200833	200834	200835	200836	200837
30 mm	200844	200845	200846	200847	200848	200849
32 mm	200856	200857	200858	200859	200860	200861

Tableau 4 : Références Solutions M, v avec renforts métalliques, λ inox = 15 W/m.K, épaisseur nominale inox = 0,09 mm

REFERENCES SOLUTIONS M SP18, version comportant une augmentation du diamètre des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air, acier inoxydable avec conductivité $\lambda = 15$ (L=6000 mm en standard avec connecteur pré-inséré par défaut, d'autres longueurs sont disponibles sur demande) Si le numéro d'article est suivi de la lettre p, le connecteur pré-inséré est en plastique						
	RAL 7035	RAL 7040	RAL 8003	RAL 8016	RAL 9005	RAL 9016
12 mm	240007	240008	240009	240010	240011	240012
14 mm	240013	240014	240015	240016	240017	240018
15 mm	240019	240020	240021	240022	240023	240023
16 mm	240025	240026	240027	240028	240029	240030
18 mm	240031	240032	240033	240034	240035	240036
20 mm	240037	240038	240039	240040	240041	240042

D'autres largeurs (comprises entre 10 et 24 mm) peuvent être développées par Technoform, avec des références spécifiques.

Tableau 5 : Références Solutions M, version désignée SP18 comportant une augmentation du diamètre des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air (λ inox = 15 W/m.K, épaisseur nominale inox = 0,09 mm)

REFERENCES SOLUTIONS M SP31, comportant une augmentation du diamètre des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air, une cavité optimisée et un feuill inox travaillé, acier inoxydable avec conductivité $\lambda = 15$ (L=6000 mm en standard avec connecteur pré-inséré par défaut, d'autres longueurs sont disponibles sur demande) Si le numéro d'article est suivi de la lettre p, le connecteur pré-inséré est en plastique						
	RAL 7035	RAL 7040	RAL 8003	RAL 8016	RAL 9005	RAL 9016
12 mm	231122	231123	231124	231125	231126	231121
14 mm	231142	231143	231144	231145	231146	231141
15 mm	231152	231153	231154	231155	231156	231151
16 mm	231162	231163	231164	231165	231166	231161
18 mm	231182	231183	231184	231185	231186	231181
20 mm	231202	231203	231204	231205	231206	231201

D'autres largeurs (comprises entre 10 et 24 mm) peuvent être développées par Technoform, avec des références spécifiques.

Tableau 6 : Références Solutions M, version désignée SP31 comportant une augmentation du diamètre des fils / renforts métalliques incorporés au polypropylène dans la paroi de l'espaceur côté lame d'air, une cavité optimisée et un feuill inox travaillé (λ inox = 15 W/m.K, épaisseur nominale inox = 0,09 mm)

Espaceurs	Coloris ⁽¹⁾	Éclisses acier Solutions M ⁽³⁾	Éclisses plastique CERA (pour les Solutions M) ⁽³⁾	Equerres d'angles rigides CERA Solutions M ⁽³⁾	Equerres d'angles flexibles ⁽³⁾	Equerres d'angles rigides avec trous pour remplissage gaz ^{(2) (3)}	Equerres d'angles rigides sans trous pour remplissage gaz ⁽³⁾
8 mm	G	ND	ND	ND	100085	ND	ND
	N	ND	ND	ND	100117	ND	ND
10 mm	G	101484	101016	101592	100086	100061	100067
	N	101268	101025	101601	100118	100095	100101
12 mm	G	101468	101017	101593	100087	100062	100068
	N	101271	101026	101602	100119	100096	100102
13 mm	G	ND	ND	160596	ND	ND	ND
	N	ND	ND	160597	ND	ND	ND
14 mm	G	101470	101018	101594	100088	100063	100069
	N	101274	101027	101603	100120	100097	100103
15 mm	G	101472	101019	101595	100089	ND	ND
	N	101277	101028	101604	100121	ND	ND
16 mm	G	101474	101020	101596	100090	100064	100070
	N	101280	101029	101605	100122	100098	100104
17 mm	G	ND	ND	160598	ND	ND	ND
	N	ND	ND	160599	ND	ND	ND
18 mm	G	101476	101021	101597	100091	100065	100071
	N	101283	101030	101606	100123	100099	100105
20 mm	G	101478	101022	101598	100092	100066	100072
	N	101286	101031	101607	100124	100100	100106
22 mm	G	101480	101023	101599	100093	ND	ND
	N	101289	101032	101608	100125	ND	ND
24 mm	G	101482	101024	101600	100094	ND	ND
	N	101292	101033	101609	100126	ND	ND
26 mm	G	ND	ND	160600	ND	ND	ND
	N	ND	ND	160601	ND	ND	ND
28 mm	G	ND	ND	160604	ND	ND	ND
	N	ND	ND	160605	ND	ND	ND
30 mm	G	ND	ND	160608	ND	ND	ND
	N	ND	ND	160609	ND	ND	ND
32 mm	G	ND	ND	160612	ND	ND	ND
	N	ND	ND	160613	ND	ND	ND

Tableau 7 : Références articles connecteurs (équerres et éclisses, système informatique Technoform)

Espaceurs	Coloris ⁽¹⁾	Éclisses acier PSC pour Solutions M ⁽³⁾	Éclisses plastique POLO pour Solutions M ⁽³⁾	Equerres d'angles rigides S&T pour Solutions M ⁽³⁾
8 mm	G	ND	ND	ND
	N	ND	ND	ND
10 mm	G	104002	ND	Sur demande
	N	104003	ND	101601ST
12 mm	G	104004	ND	Sur demande
	N	104005	ND	101602ST
13 mm	G	299996	ND	ND
	N	299997	ND	ND
14 mm	G	104006	ND	Sur demande
	N	104007	ND	101603ST
15 mm	G	104008	ND	Sur demande
	N	104009	ND	101604ST
16 mm	G	104010	ND	Sur demande
	N	104011	150013	101605ST
17 mm	G	299998	ND	ND
	N	299999	ND	ND
18 mm	G	104012	ND	Sur demande
	N	104013	150014	101606ST
20 mm	G	104014	ND	Sur demande
	N	104015	150015	101607ST
22 mm	G	104016	ND	ND
	N	104017	ND	ND
24 mm	G	104018	ND	ND
	N	104019	ND	ND
26 mm	G	300021	ND	ND
	N	300022	ND	ND
28 mm	G	300025	ND	ND
	N	300026	ND	ND
30 mm	G	300029	ND	ND
	N	300030	ND	ND
32 mm	G	300033	ND	ND
	N	300034	ND	ND

ND = non disponible dans ces nouvelles références

NQ = non qualifié par Technoform

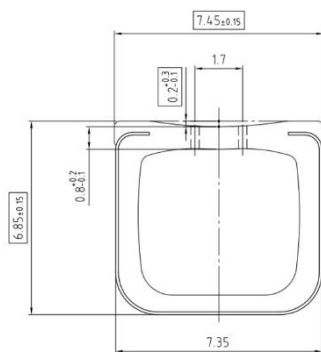
⁽¹⁾ G correspond à la couleur gris ou métal, N correspond à la couleur noire (ou anthracite pour les connecteurs acier)

⁽³⁾ D'autres types de connecteurs développés / approuvés par Technoform pourront être proposés

Tableau 8 : Références articles connecteurs additionnelles (équerres et éclisses, système informatique Technoform)

Type de contrôle	Paramètres	Exigences et méthodes	Fréquences
Aspect	Pas de défauts visibles	Visuel	permanent
Dimensions du profilé	- Dimensions extérieures - Dimensions intérieures - Épaisseurs parois	Cf. tableau et coupes types	toutes les heures
Perforation	Efficacité	Par soufflage	toutes les heures
Flexion	Déformation latérale	Selon spécifications	toutes les heures
Torsion	Déviations en rotation	Selon spécifications	toutes les heures
Couleur	Contrôle visuel	Échantillon de référence	toutes les heures
Parallélisme	Parallélisme des faces latérales	Pas d'écart visible au pied à coulisse	toutes les heures
Adhérence feuil inox et polypropylène	Pas de rupture adhésive	- Par pliage à 90° d'un cadre - Par découpe et pliage d'un morceau d'espaceur	toutes les heures

Tableau 9 – Contrôles sur produits finis

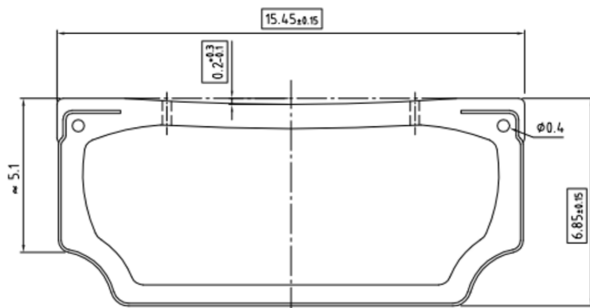
**Solutions M SP12**

Identifiée par le marquage de traçabilité de type Technoform SP12, représentée ci-contre

Numéros d'articles de 200001 à 200006*

(*voir aussi tableau 3)

Figure 1 – Définition de la Solution SP12 8 mm

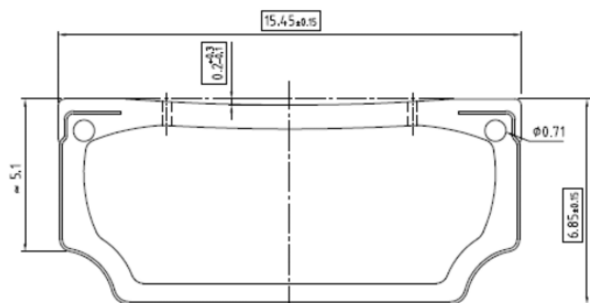
**Solutions M SP13-SP14**

Identifiée par le marquage de traçabilité de type Technoform SP14 pour la version avec renfort, représentée ci-contre et Technoform SP13 pour la version sans renfort (non représentée)

Exemple avec renfort. Pour la version sans renfort, la géométrie est identique

Numéros d'articles de 200500 à 200861*

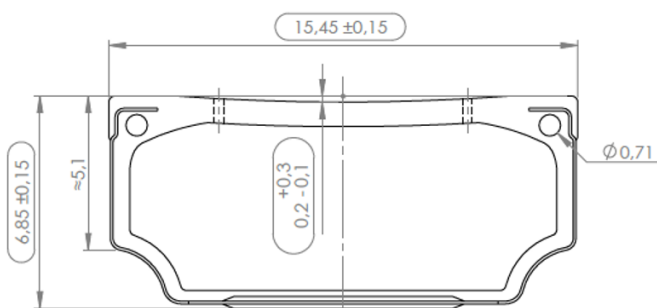
(*voir aussi tableau 3 et 4)

**Solutions M SP18**

Identifiée par le marquage de traçabilité de type Technoform SP18 pour la version avec renfort, représentée ci-contre.

Numéros d'articles de 240007 à 240042*

(*voir aussi tableau 5)

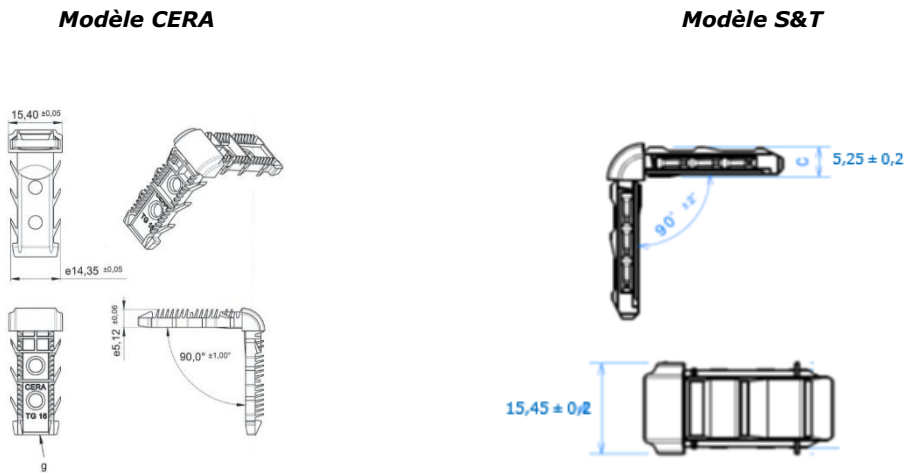
**Solutions M SP31**

Identifiée par le marquage de traçabilité de type Technoform SP31 pour la version avec renfort, représentée ci-contre.

Numéros d'articles de 231121 à 231206*

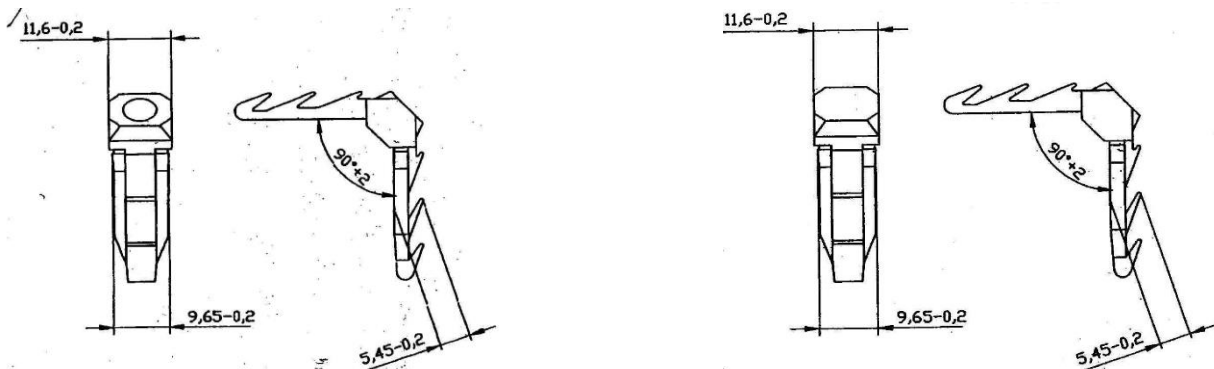
(*voir aussi tableau 6)

Figure 2 : Schémas de principe pour SP13, SP14, SP18 et SP31 en lame d'air de 16 mm

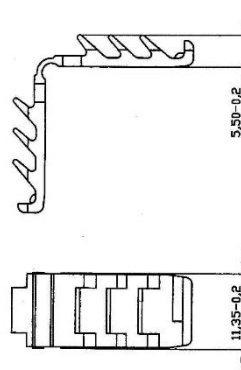


Géométries types d'équerres rigides pour les Solutions M

Figure 3 – Géométries types d'équerres rigides
(d'autres types d'accessoires développés/qualifiés par Technoform peuvent être proposés)



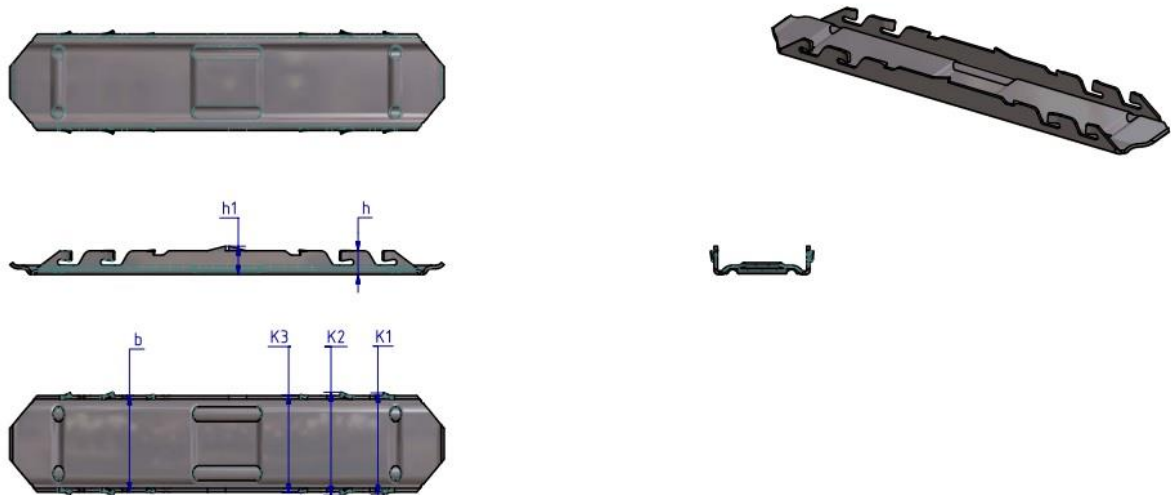
Géométries types d'équerres rigides dans le cas de remplissage « manuel » en gaz
(d'autres types d'accessoires développés par Technoform peuvent être proposés)



Géométrie type d'équerre pliable

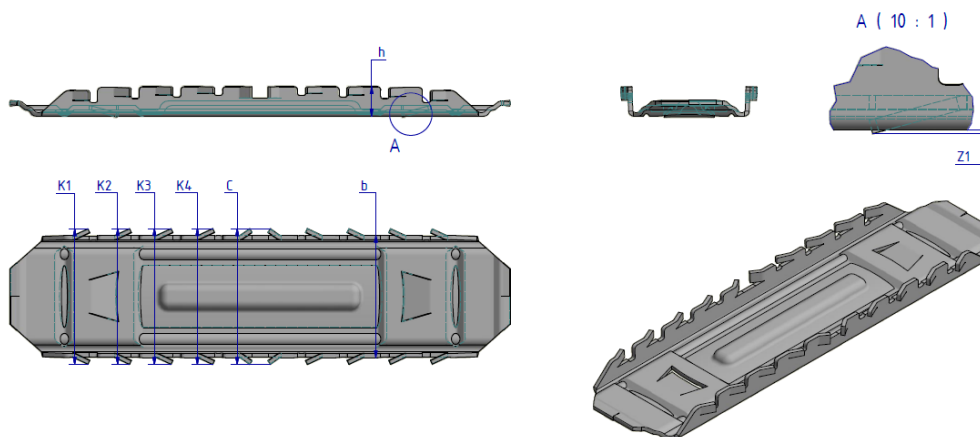
Figure 4 – Géométries types d'équerres d'angle avec / sans trou pour système de remplissage gaz et équerre pliable

(d'autres types d'accessoires développés/qualifiés par Technoform peuvent être proposés)



Kiemen/Tab K1	Kiemen/Tab K2	Kiemen/Tab K3	Mittenanschlag h1	Höhe/heigh h	Basisbreite/main width b
14,30 +0,10/-0,05	14,70 +0,10/-0,05	14,70 +0,10/-0,05	4,00 +0,06/-0,06	3,30 +0,06/-0,06	12,80 +0,10/-0,10

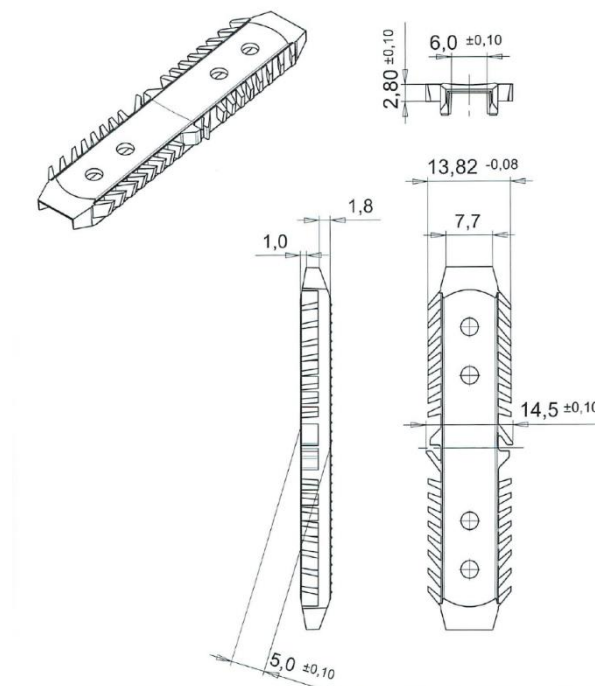
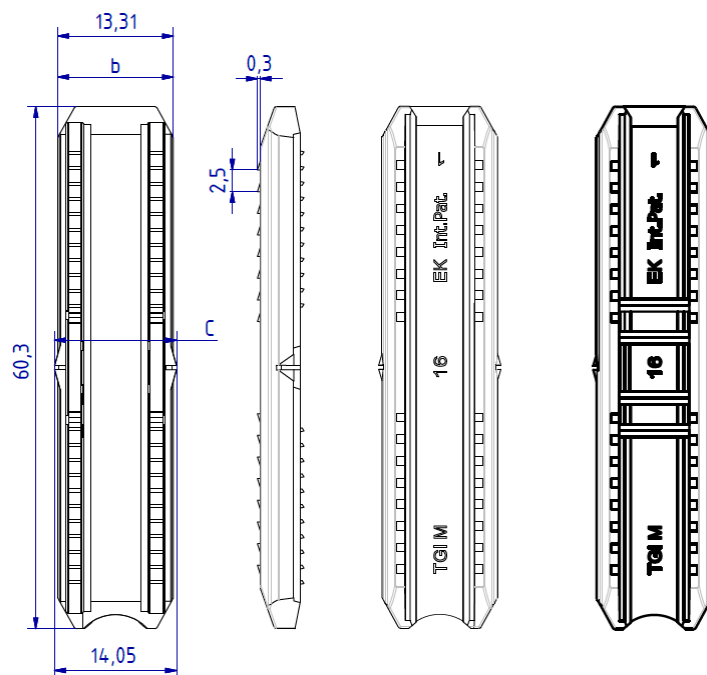
Modèle PSC



Profil/System	Artikelnummer	Artikelbezeichnung	Kieme K1	Kieme K2	Kieme K3	Kieme K4	Kieme C	Höhe h	Breite b	Zunge Z1
TGI M 16	1-0108-1435-E1	SCL TGI M 16 PSC grey	14,20 +0,10/-0,05	14,60 +0,10/-0,05	14,60 +0,10/-0,05	14,50 +0,10/-0,05	14,30 +0,13/-0,07	3,20 +0,06/-0,06	12,90 +0,10/-0,10	0,00 +0,10/-0,00
TGI M 16	1-0108-1436-E1	SCL TGI M 16 PSC black	14,20 +0,10/-0,05	14,60 +0,10/-0,05	14,60 +0,10/-0,05	14,50 +0,10/-0,05	14,30 +0,13/-0,07	3,20 +0,06/-0,06	12,90 +0,10/-0,10	0,00 +0,10/-0,00

Exemples donnés pour le connecteur 16 mm

Figure 5 - Géométries type d'éclisses en acier galvanisé pour les Solutions M 16 mm
(d'autres types d'accessoires développés/qualifiés par Technoform peuvent être proposés)

Modèle CERA**Modèle POLO**

Géométries types d'éclisses en plastique 16 mm

Figure 6 - Géométries types d'éclisses en plastique pour les Solutions M
(d'autres types d'accessoires développés/qualifiés par Technoform peuvent être proposés)