

Valide du **20 mars 2025**

au **31 janvier 2027**

Sur le procédé

VELUX IGU TPS-PS

Famille de produit/Procédé : Vitrage isolant

Titulaire(s) : **Société VELUX France**
1, rue Paul Cézanne
BP 20
FR-91421 Morangis Cedex
Tél. : 01 64 54 22 90
Fax : 01 64 54 22 99
E-mail : infocient@velux.com
Internet : www.VELUX.fr

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 06 - Composants de baies et vitrages

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvelle demande présentée au GS6 le 9 octobre 2024.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

Descripteur :

Les vitrages isolants VELUX IGU TPS sont composés de deux feuilles de verre planes, séparées à leur périphérie par un premier cordon constitué par un mastic butyl réactif extrudé à chaud contenant du déshydratant et dont les extrémités sont connectées par adhésion, et un scellement polysulfure bi-composant.

La hauteur de contact verre-mastic est de 4 mm minimum.

Ces vitrages sont destinés à être mis en œuvre dans des fenêtres de toit VELUX, seul le composant verrier intérieur étant calé.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	4
1.2.2.	Durabilité.....	4
1.2.3.	Impacts environnementaux.....	5
1.2.4.	Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre.....	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation.....	6
2.1.1.	Coordonnées.....	6
2.1.2.	Mise sur le marché.....	6
2.1.3.	Identification.....	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	6
2.3.	Dispositions de conception.....	7
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	7
2.3.2.	Vérifications.....	7
2.3.3.	Tolérances de fabrication.....	8
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	8
2.4.1.	Stockage – Maintenance.....	8
2.4.2.	Conditions de mise en œuvre.....	8
2.4.3.	Pose ou transit en altitude.....	8
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	9
2.6.	Traitement en fin de vie.....	9
2.7.	Assistance technique.....	9
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	9
2.8.1.	Processus de fabrication - Contrôles.....	9
2.8.2.	Contrôles.....	10
2.9.	Mention des justificatifs.....	10
2.9.1.	Résultats Expérimentaux.....	10
2.9.2.	Références chantiers.....	10
2.10.	Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique.....	11

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

Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS sont destinés à être mis en œuvre dans des fenêtres de toit VELUX.

- Les limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions des vitrages sont :
 - soit celles données dans la norme NF DTU 39,
 - soit celles permettant de vérifier que l'effort maximal dans le joint de scellement et les contraintes dans les produits verriers ne dépassent pas les valeurs admises précisées au § 2.3 « Dispositions de conception ».
- Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS sont utilisables dans le châssis de rigidité minimale, tels que défini dans le document FD DTU 36-5 P3.
- Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS devant être soit posés en altitude, soit être acheminés en altitude jusqu'à leur lieu de pose, seront équilibrés selon les modalités précisées dans le dossier technique. Il ne sera cependant pas pris en compte de remplissage de gaz dans ce cas.
- L'épaisseur de la lame d'air peut varier de 7 mm à 18 mm.
- Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS peuvent également être réalisés avec des couches émargées côté scellement.
- Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS peuvent être réalisés avec une lame de gaz remplie avec de l'argon.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Prévention des accidents et maîtrise des accidents des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien
Le système ne dispose pas 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 et au vent - Résistance au regard des contraintes thermiques

Elle est satisfaite par le respect des normes NF DTU 39 pour le choix et la nature des vitrages constitutifs. Le calcul de l'épaisseur des vitrages sera réalisé par la société VELUX conformément à la norme NF DTU 39 P4.

1.2.1.3. Sécurité incendie

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

1.2.1.4. Isolation thermique

La méthode de détermination des coefficients U_g de transmission thermique des vitrages VELUX IGU doit être conforme à la norme EN 673.

Dans le cas de vitrages VELUX IGU TPS-PS avec remplissage argon, la prise en compte d'un taux de remplissage pour la réalisation des calculs doit faire l'objet de justifications sur le respect de cette valeur et de sa constance. Dans le cas d'équilibrage in situ il ne sera pas pris en compte de remplissage gaz.

Le calcul des coefficients Ψ_g à la jonction menuiserie vitrage devra être réalisé conformément au paragraphe 2.11 des règles Th-Bat édition 2017.

Les caractéristiques thermiques utiles des matériaux employés pour réaliser le système d'étanchéité périphérique sont données dans les règles d'application Th-Bat.

Ainsi, il sera pris en compte les valeurs de conductivité thermique suivantes en $W/(m.K)$:

- cordon Ködispace 4SG : 0,35
- polysulfure : 0,4

1.2.1.5. Isolation acoustique

L'équivalence du comportement au regard de l'isolation acoustique des vitrages VELUX IGU TPS-PS 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 est l'embuage. Pour les vitrages VELUX IGU TPS-PS, la durabilité et l'étanchéité des produits constituant la barrière périphérique, leur adhérence et leurs propriétés mécaniques, la mise en œuvre en feuillure drainée ainsi que les dispositions prises lors de la fabrication des mastics et des vitrages isolants conduisent à considérer ce risque comme suffisamment faible dans des délais habituellement requis pour ce type de produit. Par ailleurs compte tenu des investigations

réalisées, le fait de caler les vitrages isolants uniquement au niveau du composant verrier intérieur n'apparaît pas devoir altérer de manière significative la durabilité de ces vitrages.

1.2.3. Impacts environnementaux

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

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

Elles sont précisées dans le dossier technique.

Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS sont fabriqués uniquement dans des sociétés du groupe VELUX, et la fabrication doit faire l'objet d'un contrôle interne systématique, régulièrement suivi dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent. Toute unité de production du groupe VELUX se prévalant du présent Avis doit être en mesure de produire un Certificat de Produit délivré par CEKAL ASSOCIATION ou équivalent attestant la régularité et le résultat satisfaisant de ce contrôle interne. Le contrôle interne de fabrication fait l'objet d'un suivi du CSTB à raison de deux fois par an.

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

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société VELUX

Distributeur : Réseau de distribution VELUX (vitrages neufs et vitrages vendus pour des raisons de remplacement). Les vitrages VELUX IGU TPS sont destinés à être installés dans des fenêtres de toit VELUX.

2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011 article 4.1, les vitrages VELUX IGU TPS-PS 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.

2.1.3. Identification

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

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS sont composés de deux feuilles de verre planes, séparées à leur périphérie par un premier cordon constitué par un mastic butyl réactif extrudé à chaud contenant du déshydratant et dont les extrémités sont connectées par adhésion, et un scellement polysulfure bi-composant.

Le mastic de scellement est appliqué de manière à être affleurant aux bords de verre. La hauteur de contact verre-mastic est de 4 mm minimum.

Le rayon de courbure des espaceurs sur les angles est de 7 mm (mesuré sur l'intérieur de l'espaceur plié).

La distance entre les deux composants verriers peut varier de 7 mm à 18 mm.

Cet espace est rempli d'argon.

Ces vitrages sont destinés à être mis en œuvre dans des fenêtres de toit VELUX, seul le composant verrier intérieur étant calé.

Le scellement polysulfure est appliqué de façon à être au même niveau que les bords des verres.

Les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS peuvent comporter des couches émarginées côté scellement.

Les combinaisons type des vitrages VELUX IGU TPS-PS sont soit 4/15/33.1 avec le composant verrier de 4 mm trempé soit 6/15/33.1 avec le composant verrier de 6 mm trempé.

Sur la figure 1, il est donné les différentes cotations au niveau du système de scellement.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages VELUX IGU TPS-PS sont fabriqués avec les produits verriers plans suivants :

- Glace non colorée de 3 à 12 mm (NF EN 572-2).
- Glace teintée de 3 à 12 mm (NF EN 572-2).
- Verre imprimé avec la face lisse positionnée côté lame d'air/gaz (face 2 ou 3) et correspondant à la NF EN 572-5.
- Glace trempée (NF EN 12 150).
- Composants verriers feuilletés PVB conformes à la norme NF EN ISO 12543.
- Composants verriers à couche émarginée type sputtering magnétron et dont la couche est positionnée en face 2 ou 3 du vitrage isolant dont les désignations données par VELUX sont V6, V9, ou V11 :
 - V6 correspond aux verres à couche Guardian Climaguard Premium2 T, AGC IPlus Top 1.1, SGG Planitherm XNII, SGG Planitherm XN,
 - V9 correspond au verre à couche Cardinal LoE3-366, SGG PLANISTAR ULTIMATE II,
 - V11 correspond aux verres à couche Guardian Climaguard V11, SGG Planitherm VX et SGG Planitherm Vx II.

Il pourra être utilisé d'autres vitrages à couches émarginées ou non côté scellement, si ceux-ci sont acceptés dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent et après essais de compatibilité avec le polysulfure et, de manière complémentaire dans le cas d'un verre à couche non émarginé après un essai 168 cycles suivant le DTU39 P1-2 annexe B sur le système complet VELUX IGU TPS-PS.

Les dimensions maximales des vitrages sont de 1189 mm (largeur) et de 1458 mm (hauteur). L'épaisseur maximale du composant verrier extérieur est de 6 mm.

2.2.2.2. Système de cordon (espaceur)

L'espaceur est le KÖDISPACE 4SG, cordon à base de butyl réactif qui contient du déshydratant et extrudé à chaud. Cet espaceur constitue la première barrière d'étanchéité.

Le KÖDISPACE 4SG est fabriqué par :

Kömmerling Chemische Fabrik GmbH
Zweibrücker Str. 200
D-66954 Pirmasens

Les caractéristiques principales du KÖDISPACE 4SG sont les suivantes :

- masse volumique : $1,28 \pm 0,02$ g/cm³,
- capacité normalisée d'adsorption d'humidité $\geq 3,4$ % selon l'annexe G de la norme EN1279-4.

Le KÖDISPACE 4SG est délivré en fûts de 200 l.

La date de péremption du KÖDISPACE 4SG est de 1 an à partir de la date de fabrication.

2.2.2.3. Produit de scellement

Il est utilisé le mastic bicomposant de type polysulfure GD 116 de la société KÖMMERLING.

Ce mastic est identifiable par les caractéristiques suivantes :

- couleur :noire,
- masse volumique :1,77 g/cm³,
- perméabilité à la vapeur d'eau :6,0 g/m².24h pour une épaisseur de 2 mm selon EN 1274-4,
- résistance à la traction (peel test) : ... ≥ 4 N/mm à 24 h, 23°C / 50% HR selon méthode d'essai Kömmerling 100086,
- dureté au bout de 24 h : ≥ 40 Shore A suivant EN 1279-6, annexe E et méthode Kömmerling 100039 à $23 \pm 2^\circ\text{C}$ et $50 \pm 5\%$ HR,
- pot life :> 20 minutes, 23 °C,
- conductivité thermique :0,4 W/(m.K),
- rapport de mélange 10:1 (volume) ; 10:0,88 (poids). Tolérance +10 % /- 20 %.

La date de péremption du GD 116 est de 9 mois pour la base et pour le durcisseur à partir de la date de fabrication. Cette date est précisée sur les fûts.

Il pourra être utilisé d'autres mastics polysulfure reconnus satisfaisants dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent sous la condition de vérifier les dispositions requises (essai 168 cycles suivant le DTU39 P1-2 annexe B, et essai équivalent sans UV sur des vitrages par ce Document Technique d'Application. Ils devront également être compatibles avec les couches utilisées.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Compositions et dimensions

Le paragraphe 2.2 « Description » est complété par les indications ci-après.

Les fabrications courantes portent sur l'assemblage de deux feuilles de verre ou de glaces planes de 4 à 6 mm (ou 33.2) d'épaisseur les lames d'air ont des épaisseurs qui peuvent être de 14 mm jusqu'à 16 mm. Des fabrications avec composants verriers d'épaisseur 3 à 12 mm et des épaisseurs de lame de gaz de 7 mm à 18 mm sont également possibles, dans la limite des dispositions fixées dans le Document Technique d'Application KÖDISPACE 4SG.

Il est possible d'assembler en vitrages VELUX IGU deux produits verriers plans de nature différente dans la limite des produits verriers décrits au paragraphe 2.1.

Les vitrages isolants VELUX IGU peuvent être remplis d'argon ; le remplissage en krypton est possible sur la base de justifications dans le cadre d'une certification (CEKAL ou équivalent).

Le robot d'enduction est réglé spécifiquement pour mettre en œuvre ces épaisseurs minimales. Ce réglage est combiné avec un système d'alarme en cas d'anomalie.

Les vitrages VELUX IGU TPS-PS sont fabriqués uniquement en volumes plans, de forme rectangulaire.

Les dimensions minimales sont de 398 mm x 440 mm (code dimensionnel VELUX C27), en production actuelle et pour les vitrages de rénovation (remplacements).

Les dimensions maximales des vitrages sont de 1189 mm (largeur) et de 1458 mm (hauteur). L'épaisseur maximale du composant verrier extérieur est de 6 mm (France).

Les vérifications relatives aux vitrages VELUX IGU TPS-PS sont réalisées selon la norme NF DTU 39 (épaisseurs, tenue aux chocs thermiques...).

2.3.2. Vérifications

Les vérifications relatives aux vitrages isolants avec espaceurs VELUX IGU sont réalisées par la société VELUX selon la norme NF DTU 39 (épaisseurs, tenue aux chocs thermiques...).

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, sont réalisées par la société VELUX.

Il est vérifié :

- que les températures des barrières de scellement et de la lame de gaz ne dépassent pas les températures admissibles suivant le cahier du CSTB 3242.
- 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 recuits, 35 MPa pour les vitrages dits « durcis » et 50 MPa pour les produits verriers trempés.

Les calculs sont réalisés à partir des informations suivantes :

- hauteur et largeur du vitrage isolant,
- épaisseur des produits verriers,
- type des produits verriers (recuit, trempé « durci » ou feuilleté),
- épaisseur de la lame d'air,
- présence de stores, de corps de chauffe à proximité du vitrage,
- présence de masques,
- caractéristiques énergétiques des composants verriers,
- différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication des vitrages isolants, et le cas échéant l'altitude de transit,
- température ambiante extérieure maximale et température ambiante intérieure,
- orientation de la façade,
- position verticale (façade) ou inclinée (toiture),
- composants verriers à couches dont les caractéristiques énergétiques sont prises en compte.

Pour ces vérifications, sauf cas spécifiques, il est pris en compte par défaut les valeurs conventionnelles suivantes :

- température de fabrication : 15°C,
- hauteur du système de scellement : 10 mm,
- température extérieure d'été : 35°C,
- température intérieure d'été : 25°C,
- flux solaire : 800 W/m² dans le cas d'un vitrage vertical, et 950 W/m² dans le cas d'un vitrage incliné (cas d'une différence d'altitude inférieure 300 m),
- coefficient d'échange superficiel intérieur : hci = 3,6 W/(m².K),
- coefficient d'échange superficiel extérieur : hce = 8 W/(m².K),

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

Nota : pour les hypothèses à prendre en compte au regard des conditions climatiques, il est nécessaire de considérer le Cahier du CSTB 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

2.3.3. Tolérances de fabrication

Les tolérances de fabrication sont les suivantes :

- Sur l'épaisseur nominale des vitrages : -0,8 / + 1,2 mm.
- Sur la différence entre l'épaisseur maximale et l'épaisseur minimale, mesurées sur un vitrage : ≤ 1,5 mm.
- La hauteur minimale de l'interface vitrage et scellement polysulfure est de 4,5 mm (voir figure 1).
- Sur les dimensions en plan des vitrages (largeur et hauteur) : -1,0 mm / +1.5 mm.
- Les spécifications dimensionnelles sur les angles au regard des couches émargées, du cordon Ködispace 4SG, et du mastic polysulfure sont données sur les figures 1, 2 et 3.

Ils existent d'autres spécifications pour le système et le processus de fabrication indiqués dans les paragraphes relatifs aux contrôles.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Stockage – Manutention

En attendant leur mise en œuvre dans les fenêtres de toit, les vitrages isolants VELUX IGU 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 peuvent rester soumis à un rayonnement solaire direct de manière prolongé, ni demeurer à l'extérieur sans protection particulière.

2.4.2. Conditions de mise en œuvre

Les vitrages VELUX TPS-PS sont destinés à être mis en œuvre dans des fenêtres de toit VELUX. Les vitrages VELUX IGU TPS-PS seront mis en œuvre conformément aux dispositions prévues dans les Avis Techniques de fenêtre de toit VELUX et selon la norme NF DTU 39 pour ce qui concerne les dispositions générales (hors spécificités de ces vitrages).

Seul le composant verrier intérieur est calé. Les caractéristiques des cales sont les suivantes :

- elles sont en polyoxyméthylène, et dans le cas de châssis polyuréthane elles sont intégrées et en polyuréthane,
- il y a trois cales en partie basse de chaque vitrage pour les dimensions supérieures ou égales à 790 mm et deux cales pour les dimensions inférieures, suivant des dispositions retenues par VELUX depuis plus de 25 ans (voir figures 4, 5 et 6).
- les calages hauts et latéraux sont en PE-HD. En traverse haute, il y a une cale centrée pour les largeurs inférieures ou égales à 55 cm et 2 ou 3 cales pour les largeurs supérieures. Latéralement, il y a 2 cales ou plus de chaque côté.

2.4.3. Pose ou transit en altitude

Note préliminaire : l'équilibrage en altitude est une opération délicate à réaliser et dans cette configuration il convient de ne pas prendre en compte de remplissage gaz.

a) Il est rappelé que suivant le paragraphe 3.2.1.6 de la norme NF DTU 39 P1-2, les vitrages isolants peuvent être utilisés sans disposition particulière, à une altitude supérieure au plus de 900 mètres à celle du lieu de fabrication (sous conditions de

vérification des efforts dans le joint de scellement et des contraintes dans les produits verriers). Pour des différences d'altitudes supérieures, il convient d'utiliser des vitrages comportant un dispositif permettant l'équilibrage des pressions entre la lame d'air/gaz et l'atmosphère.

b) Pour répondre à ces prescriptions dans le cas de destinations ou d'altitudes de transit spécifiées, les dispositions suivantes sont appliquées le cas échéant :

- Les vitrages posés à une altitude supérieure à 900 mètres et inférieure à 1750 mètres par rapport au niveau de la mer sont équilibrés sur le lieu de pose.
- Les vitrages posés à une altitude supérieure à 1750 mètres ou dont les phases de transit comportent un passage à une altitude supérieure à 1750 mètres par rapport au niveau de la mer sont équilibrés suivant les règles suivantes :
 - les vitrages sont équilibrés une première fois à une altitude comprise entre 1000 mètres et 1300 mètres par rapport au niveau de la mer,
 - les vitrages sont équilibrés une deuxième fois lorsque le lieu de pose :
 - Est situé à une altitude supérieure à 1750 m par rapport au niveau de la mer.
 - Est situé à une altitude inférieure à 500 m par rapport au niveau de la mer (après passage d'un col).

La procédure d'équilibrage comporte les phases principales suivantes. A l'aide d'un outil adapté, on enlève de 2 à 3 cm de polysulfure du dos du cadre d'intercalaire, sans atteindre le cordon TPS. Une seringue est insérée pour permettre l'équilibrage, en vérifiant que la seringue n'est pas bouchée ou courbée. L'insertion à travers le TPS est réalisée de manière à ce que la seringue dépasse le moins possible par rapport au bord du vitrage afin de limiter les risques d'endommagement.

Après équilibrage de la pression, le trou est scellé le plus rapidement possible. Du polyuréthane KÖRAPUR 030 est appliqué sur la partie traitée.

L'équilibrage in situ est réalisé soit par des techniciens de VELUX, soit par des artisans locaux. Une procédure détaillée a été établie par VELUX pour réaliser l'équilibrage.

Pour réaliser cette opération, il est nécessaire de retirer les profilés de recouvrement de l'ouvrant, desserrer la parclose en partie basse du vitrage et de retirer le profilé bas sur vitrage. L'intervention est faite sur la rive basse (chant) des vitrages entre deux calages.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

Les vitrages **VELUX IGU TPS-PS** sont destinés à être utilisés exclusivement dans des fenêtres de toit VELUX. Dans le cas où un vitrage nécessite d'être remplacé, il peut être démonté et remplacé par un nouveau vitrage VELUX IGU, soit par un installateur suivant le guide de recommandations de VELUX, soit par un service après-vente de la société VELUX sur demande du client. Les vitrages sont disponibles pour des fenêtres commercialisées depuis 1998.

2.6. Traitement en fin de vie

Les vitrages **VELUX IGU TPS-PS** peuvent être collectés au travers de filières de recyclage spécifiques dédiées à la récupération de verres de la construction ou, lorsque cela n'est pas possible, ils peuvent être collectés et recyclés avec des verres provenant d'autres secteurs comme des contenants en verre (par exemple bouteilles).

2.7. Assistance technique

Les vitrages VELUX IGU sont destinés à être utilisés exclusivement dans des fenêtres de toit VELUX. Dans le cas où un vitrage d'une fenêtre de toit VELUX nécessite d'être remplacé, et l'installation non réalisée par un service après-vente de la société VELUX, une assistance technique peut être apportée à l'installateur par un service dédié de la société VELUX (fourniture d'un guide d'installation avec le vitrage, et ligne hotline dédiée aux installateurs).

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Processus de fabrication - Contrôles

Les vitrages isolants **VELUX IGU TPS-PS** sont fabriqués uniquement dans des sociétés du groupe VELUX.

Ces centres de production peuvent avoir une ou plusieurs chaînes de production. Ils utilisent des machines de production standard ainsi que certaines machines élaborées par VELUX.

Ces sociétés doivent suivre les règles techniques mises en place par VELUX pour réaliser les vitrages isolants VELUX IGU TPS-PS.

Un département central de VELUX conduit dans ces sociétés au moins un audit par an pour vérifier que les conditions sont conformes aux prescriptions.

Préparation des verres et application du cordon espaceur

Les vitrages sont coupés, émargés le cas échéant, lavés et séchés selon les dispositions habituelles.

La qualité de l'eau de rinçage est contrôlée. Elle doit être inférieure à 20 µS.cm⁻¹.

La première barrière (Ködispace 4SG) est appliquée sous forme de cordon par un applicateur automatique à partir d'un fût de 200 l, à une température comprise entre 110°C et 140°C, conformément aux spécifications du fabricant. La température est contrôlée en continu, et l'extrusion est arrêtée si la température est en-dehors des tolérances admises. La valeur de consigne est de 120°C (voir annexe 2). La hauteur du cordon appliqué sur le verre est égale à 1,1 x largeur de la lame d'air/gaz, le contrôle étant effectué par un contrôle de masse.

Un marquage est réalisé sur le cordon sur la surface en contact avec la cavité, par impression par jet d'encre. Le marquage permet d'identifier le vitrage (usine, année, semaine de fabrication, etc). Il est réalisé en accord avec les exigences de la certification CEKAL.

Assemblage et extrusion du mastic de scellement

Le premier composant verrier est placé sur la ligne et convoyé vers la station de remplissage en gaz. Le second composant verrier est placé sur la ligne, le cordon TPS est extrudé sur la périphérie, et le composant verrier est convoyé vers la station de remplissage en gaz. Dans la station, suite au premier composant verrier, le second composant verrier (comportant le cordon TPS) est ensuite positionné de manière à laisser un espace suffisant : dans une chambre fermée de la station de remplissage en gaz, le vitrage est rempli en gaz. Finalement, un pressage à l'épaisseur désirée est réalisé.

Des précautions spécifiques doivent être appliquées lors de l'application du cordon, afin de prévenir les risques de surpression ou sous pression en gaz dans la cavité, et la connexion est conçue pour permettre un équilibrage de la pression jusqu'à ce que l'épaisseur souhaitée soit atteinte.

Ensuite, le polysulfure à deux composants est appliqué par un automate à partir de deux fûts de 200 litres avec une buse spéciale, de manière à ce que le polysulfure soit placé correctement par rapport aux bords du verre et qu'il remplisse de matière les gorges formées par le cadre espaceur et les verres.

Les vitrages sont ensuite stockés sur des palettes, le temps que le polysulfure polymérise.

Un premier contrôle qualité des vitrages finis est effectué sur la ligne de production, un second contrôle étant réalisé et après polymérisation.

2.8.2. Contrôles

2.8.2.1. Contrôle de conformité des constituants effectué par le fabricant de matières premières

Ils sont récapitulés dans l'annexe 1.

2.8.2.2. Contrôle de réception des matières premières

Pour chaque matière première (cordon TPS, butyle, polysulfure à deux composants), il est réalisé les contrôles suivants :

- identification du produit et de la livraison (conformité à la commande),
- état de l'emballage (pas de dégradation),
- vérification des certificats de contrôle réalisés par le fabricant conformément aux procédures prévues par VELUX.

Ces inspections sont enregistrées à la réception.

2.8.2.3. Contrôles au cours de la production effectués par les techniciens des lignes de production

Ils sont récapitulés dans l'annexe 2.

2.8.2.4. Contrôles au cours de la production effectuée par des inspecteurs qualité

Ces contrôles sont récapitulés dans l'annexe 3.

2.8.2.5. Contrôles des produits finis effectués par des inspecteurs qualité

Ces contrôles sont récapitulés dans l'annexe 4.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

- Essais de résistance à la pénétration de l'humidité réalisés selon les modalités de la norme EN 1279-2 et EN 1279-3 sur vitrages VELUX IGU TPS-PS (rapport d'essai 20-001 865-PRO1 (PB-H01-en-01 de l'Ift-Rosenheim). Les vitrages étaient constitués par des espaceurs Ködispace 4SG et du scellement polysulfure GD 116,
- essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec mesures de gaz argon avant et après essais, sur une demi-série 4/16/4 de vitrages 350 mm x 500 mm avec espaceur Ködispace 4SG et scellement polysulfure GD 116, fabrication JTJ Sonneborn, selon DTU 39 P1-2 annexe B – cas des 168 cycles, avec UV (Rapport d'essai DBV23-26895A),
- essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec mesures de gaz argon avant et après essais, sur une demi-série 4/16/4 de vitrages 350 mm x 500 mm supportés avec porte-à-faux, avec espaceur Ködispace 4SG et scellement polysulfure GD 116, fabrication JTJ Sonneborn, selon DTU 39 P1-2 annexe B sans UV – cas des 168 cycles (Rapport d'essai DBV23-26895B),
- essais de résistance à la pénétration de l'humidité avec mesures de gaz argon avant et après essais, sur une demi-série 4/16/4 de vitrages 350 mm x 500 mm avec espaceur Ködispace 4SG et scellement polysulfure GD 116, fabrication VKR France, selon DTU 39 P1-2 annexe B – cas des 168 cycles, avec UV (Rapport d'essai DBV24-30311).

2.9.2. Références chantiers

De nombreuses réalisations depuis 6 ans

2.10. Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique

Figure 1 – Coupe type de la barrière périphérique

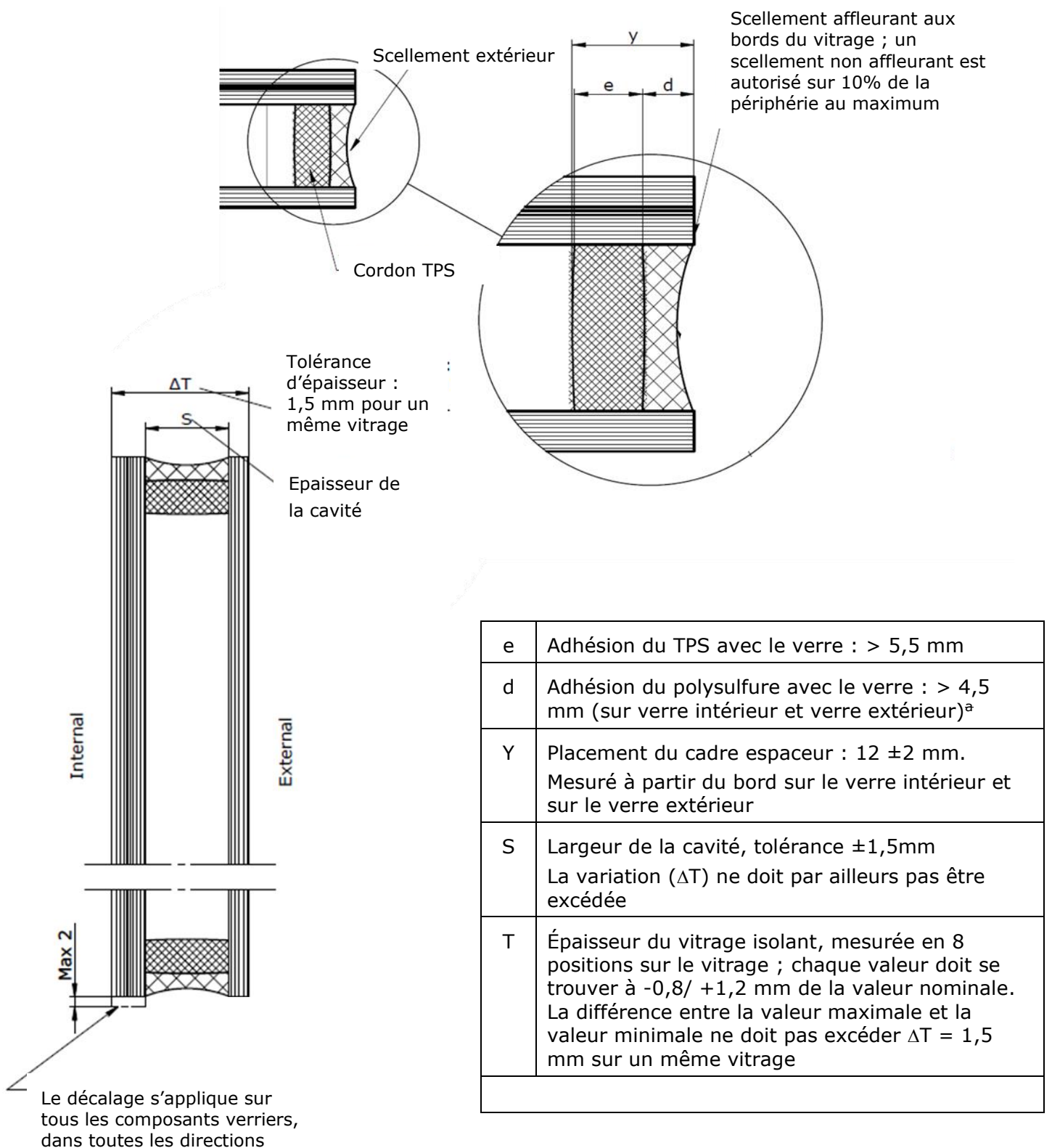


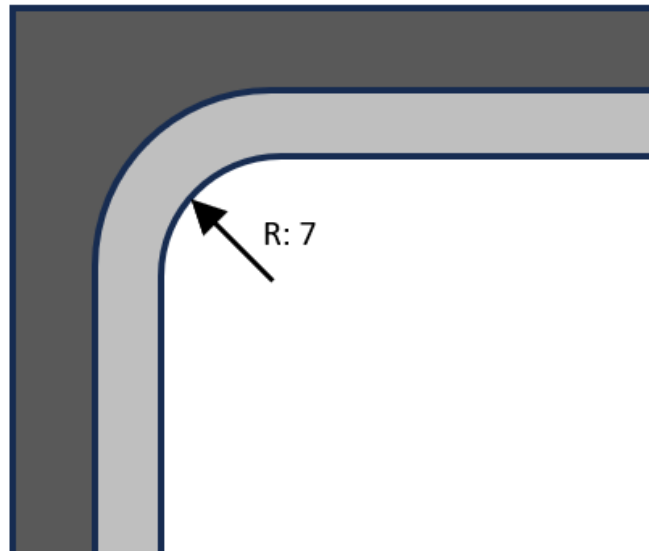
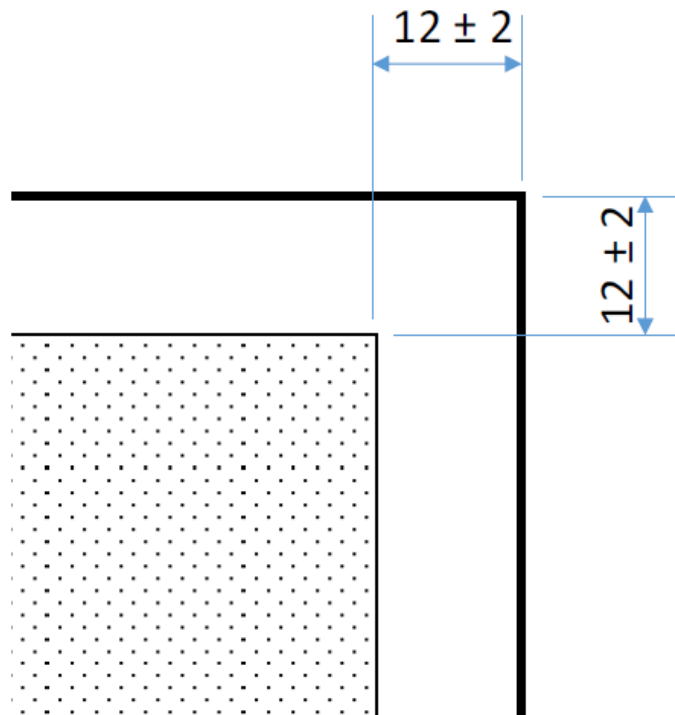
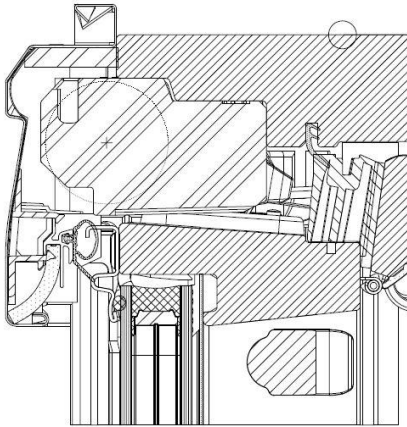
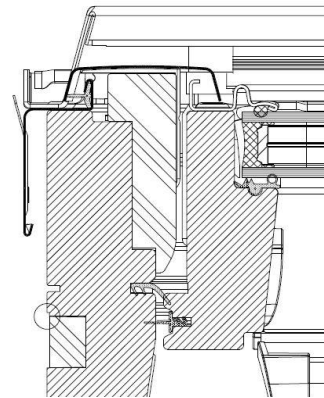
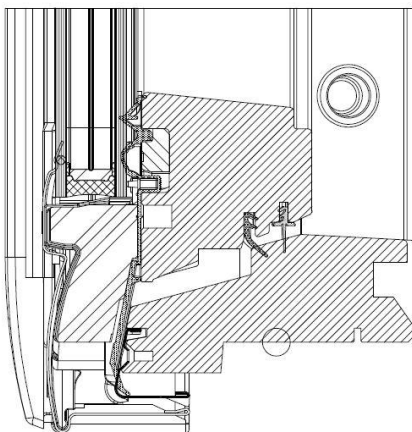
Figure 2 – Géométrie sur les angles**Figure 3 – Spécification sur la largeur d'émergence**

Figure 4 – Coupes relatives à la mise en œuvre des doubles vitrages**Exemple donné dans le cas de châssis en bois – le même principe est utilisé dans le cas de châssis polyuréthane**

Vue de dessus



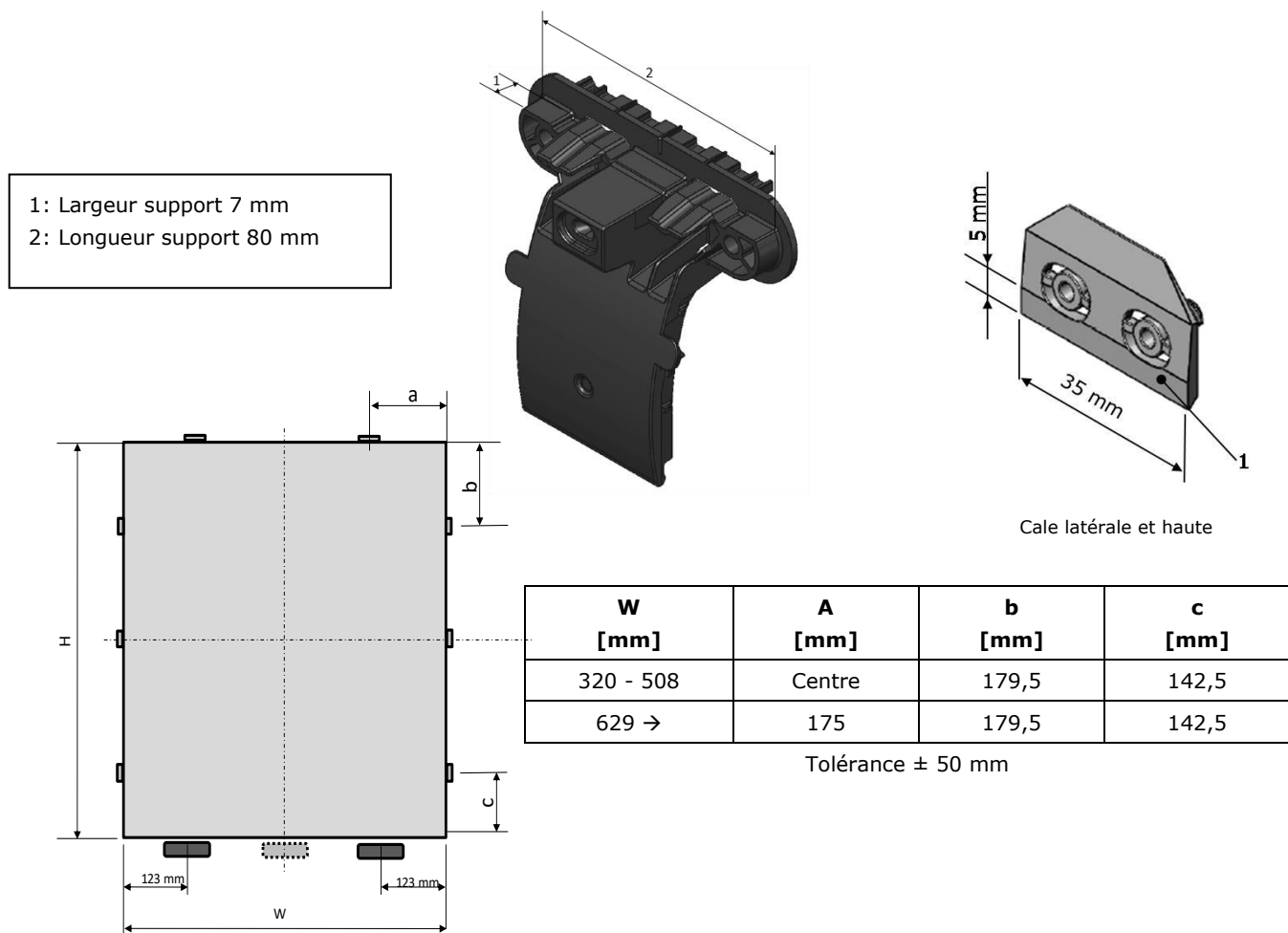
Vue latérale



Vue d'en bas

Veillez noter que les cales et les tablettes soutiennent le verre intérieur du vitrage.

Figure 5 - Caractéristiques des cales support - Dispositions concernant la mise en œuvre



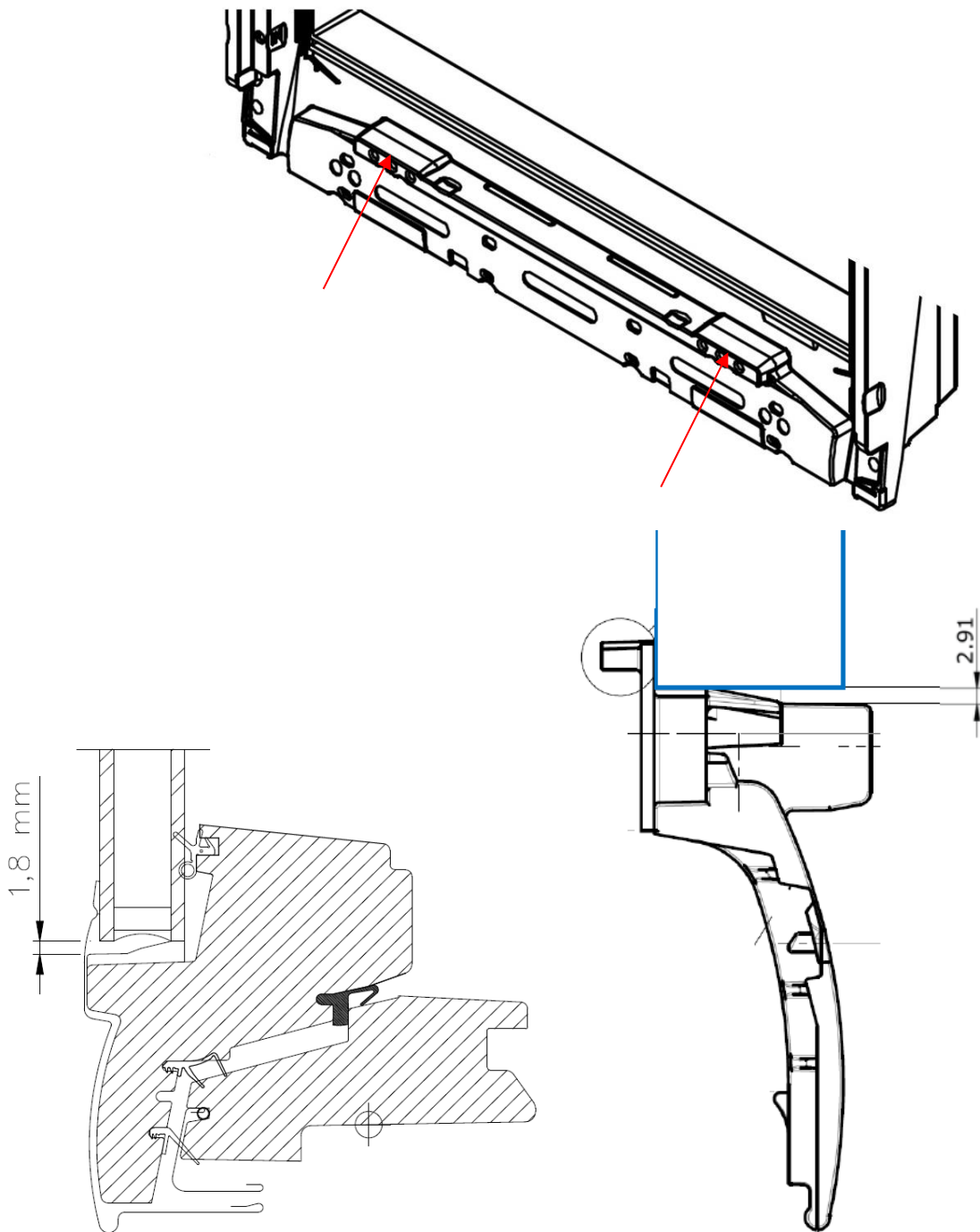
Nombre de cales support des vitrages

W [mm]	Nombre de cales
320 - 629	2
791 →	3

Nombre de cales latérales et hautes

W [mm]	H [mm]		Rive haute	Rive latérale
	châssis à pivot	châssis à projection		
320 - 508			1 centre	
629 →			2	
	→ 440			1
	514 - 1214			2
	1416 →			3
		→ 794		2
		994 →		3

Figure 6 – Partie inférieure d'un châssis polyuréthane avec cales intégrées
Pour les fenêtres larges, les vitrages sont supportés par trois cales intégrées



ANNEXE 1

Contrôles de conformité des constituants (faits par le fabricant de matières premières) et contrôles de réception.

Produits ou éléments contrôlés	Type Contrôle	Modalités Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
TPS : KÖDISPACE 4SG	Contrôles détaillés dans la Document Technique d'Application KÖDISPACE 4SG					
Polysulfure à deux composants GD 116	Teneur en manganèse dans la partie B	$14,7\% \begin{smallmatrix} +0,6\% \\ -0,6\% \end{smallmatrix}$	oui		par lot	oui
	Temps d'utilisation	40 +/- 20 mins	oui		par lot	oui
	Shore A	≥ 40 après 24 heures	oui		par lot	oui
	Aspect partie A	Masse grise homogène		oui	par lot	oui
	Aspect partie B	Masse noire homogène		oui	par lot	oui
	Adhérence au cadre d'intercalaire	Rupture cohésive à 90 % au minimum de la surface d'adhésion	oui		par lot	oui
<p>Contrôles de réception</p> <p>Pour chaque matière première (espaceur, butyle, polysulfure, déshydratant), il est réalisé les contrôles suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identification du produit et de la livraison (conformité à la commande), - état de l'emballage (pas de dégradation), - vérification des certificats de contrôles faits par les fabricants selon les procédures établies par VELUX. <p>Les produits verriers (couche ou non) sont contrôlés par vérification de la conformité de l'étiquetage à la commande avec enregistrement.</p> <p>Les contrôles de réception prévus par la norme EN 1279-6 concernant l'adhérence sur intercalaire et verre pour chaque lot d'intercalaire sont considérés comme étant réalisés en cours de production par éprouvettes H et test de torsion.</p> <p>Les contrôles de réception sont enregistrés par VELUX.</p>						

ANNEXE 2

Contrôles en cours de production (sur ligne de fabrication), réalisés par les techniciens

Éléments	Type de contrôle	Modalités Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
Qualité de l'eau	Conductivité	$\leq 30 \mu\text{Scm}^{-1}$	oui		permanent	Oui
	Acidité	$5 < \text{pH} < 7,5$	oui		permanent	***
	Température	$\geq 35^{\circ}\text{C}$	oui		permanent	***
Espaceur TPS KÖDISPACE 4SG	Date de péremption	Vérification		oui	1 fois par fût	oui
	Température d'extrusion du cordon TPS	$110^{\circ}\text{C} - 140^{\circ}\text{C}^{(1)}$	oui		permanent	non
	Masse du cordon TPS	En fonction de la largeur de la cavité	oui		A chaque mise en route et à chaque changement d'épaisseur	oui
	Régularité du cordon	Largeur de contact du cordon KÖDISPACE 4SG avec le vitrage: 5,5 mm dans tous les cas Pas d'interruption localisée	oui	oui	permanent	non
	Biseau de raccordement	Pas d'interruption		oui	permanent	non
	Marquage sur le cadre espaceur	Spécifications VELUX (texte et position)		oui	A chaque mise en route et toutes les heures	oui
Verres	Largeur de l'écartage	$12 + 2 \text{ mm} - 2 \text{ mm}$	oui		A chaque mise en route et toutes les deux heures	oui
	Dimensions des composants verriers	$\pm 1 \text{ mm}$ différence de longueur des diagonales 1 mm maxi	oui		1 vitrage par équipe au minimum et à chaque changement de dimensions	oui
Gaz remplissage	Remplissage en argon	Conformément aux spécifications de VELUX et toujours avec au minimum 90 %	oui		Vérification sur la ligne - 100%	oui

⁽¹⁾ Le contrôle intégré à l'équipement d'extrusion à chaud arrête le fonctionnement de l'extrusion si la température est en dehors de la plage. La température réelle est affichée sur le panneau de commande/écran.

ANNEXE 3

Contrôles en cours de fabrication (hors ligne de fabrication), réalisés par les inspecteurs qualité

Éléments	Type de contrôle	Modalités Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
TPS KÖDISPACE 4SG	Position du cordon	Position correcte du cordon sur le verre	oui		A chaque équipe et pour chaque ligne suivant le plan d'échantillonnage	oui
	Biseau de raccordement	Pas d'interruption traversante		oui	A chaque équipe et pour chaque ligne	oui
	Test Butterfly	Adhésion sur le verre		oui	A chaque équipe et pour chaque ligne	oui
	Activité du déshydratant	Annexe K 1279-6 (méthode Kömmerling)	oui		One IGU per line per week	oui
Polysulfure GD116	Shore A	Après 8 heures : 38 (± 10)	oui		Toutes les 4h	oui
	Echantillons-H espaceur/espaceur et verre/verre	Pas de rupture adhésive après 24 heures de polymérisation à 15°C ⁽²⁾		oui	Toutes les 4h	oui
	Test four	Durcissement correct. Pas de poches d'air ou de différence de couleur		oui	Réduit : un par changement d'équipe. Normal : 2 par changement d'équipe Renforcé : 4 par changement d'équipe	oui
	Rapport de mélange	1 :10	oui			oui
	Homogénéité ou test dit « test sandwich »	Pas de poches d'air ou de différence de couleur		oui		oui
	Test Butterfly	Adhésion avec le verre		oui	A chaque équipe et pour chaque ligne	oui

(1) Des éprouvettes H verre/verre et espaceur/espaceur sont réalisées et amenées à rupture par traction pour être vérifiées

ANNEXE 4

Contrôles sur produits finis sur ligne de fabrication, réalisés par les inspecteurs qualité

Éléments	Type de contrôle	Modalités Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
TPS	Largeur de la surface de contact avec le verre	5,5 mm minimum et pas d'hétérogénéité	oui		(1) (2)	(1)
	Placement du cordon	Conformément aux spécifications VELUX (figure 1)	oui		(2)	(1)
Polysulfure	Durcissement	Après 8 heures (voir nota)	oui		(1) (2)	(1)
	Hauteur de la surface d'adhésion	Conformément aux spécifications VELUX (figure 1)	oui		(2)	(1)
	Interface cordon TPS et mastic polysulfure	Filets d'air de 0,5 mm de largeur maximale	oui		(2)	(1)
Vitrages assemblés	Apparence des bords	Conformément aux spécifications VELUX		oui	(2)	(1)
	Position couche des vitrages à couche	positionné vers la lame d'air	oui		(1) (2)	(1)
	Largeur de l'émargeage	10 mm minimum	oui		(1) (2)	(1)
	Vérification de la position des vitrages (vitrages spécifiques)	selon spécifications VELUX		oui	(1) (2)	(1)
	Mesure des dimensions (hauteur, largeur et épaisseur)	voir paragraphe tolérances	oui		(1) (2)	(1)
	Bombage des vitrages vers l'extérieur au milieu du vitrage	+ 1 mm de façon générale et selon spécification VELUX pour les autres cas	oui		(1) (2)	(1)
	Bombage vers l'intérieur au milieu du vitrage	1,5 mm de façon générale et selon les spécifications de VELUX pour d'autres cas.	oui		(1) (2)	(1)
	Marquage	selon spécifications VELUX		oui	(2)	(1)

(1) De façon générale, ces contrôles sont enregistrés, et la fréquence des contrôles est déterminée selon un plan d'échantillonnage. Si les résultats des contrôles sur cet échantillonnage ne sont pas satisfaisants tous les vitrages de la série concernée sont contrôlés et ceux ne correspondant pas aux critères d'acceptation sont repris si possible ou éliminés par le responsable de production.

(2) Le nombre minimal de vitrages devant être contrôlés en fonction de l'importance des commandes de production, est indiqué ci-dessous :

0 – 125 : 1 contrôle

126 – 200 : 2 vitrages doivent être contrôlés

201 – 250 : 3 vitrages doivent être contrôlés

251 – 325 : 4 vitrages doivent être contrôlés

326 – 500 : 5 vitrages doivent être contrôlés

501 – 650 : 6 vitrages doivent être contrôlés

651 – 800 : 8 vitrages doivent être contrôlés

801 – 1000 : 11 vitrages doivent être contrôlés

1001 – 1200 : 13 vitrages doivent être contrôlés

1201 - → : 18 vitrages doivent être contrôlés

Nota :

Par ailleurs, il est réalisé une mesure de la température de point de rosée sur un vitrage par ligne et par semaine, stocké dans les conditions ambiantes de l'usine.

Après 7 jours : $T \leq -24^{\circ}\text{C}$; après 14 jours : $T \leq -38^{\circ}\text{C}$. Toutes dimensions de vitrage possibles (mesure réalisée sur le composant d'épaisseur 4 mm).

Un essai de résistance à la pénétration d'humidité par mesure de la température de point de rosée est réalisé sur 5 vitrages toutes les 10 semaines, par ligne de production. Ces vitrages sont exposés à 96% d'humidité relative à 60°C pendant 6 jours puis 1 jour à température ambiante, à raison de 14 fois (14 semaines). Critère de température de point de rosée après essai $T \leq -60^{\circ}\text{C}$. Vitrage isolant de dimensions 399 x 636 mm, (4F- 16 Ar -6 V9) ou de dimensions 350 x 500 mm (4F - 16- Ar - 4 lowE).

Nota:

Le durcissement du mastic polysulfure n'est pas réalisé sur la ligne de production ; un minimum de 8 heures après la production est nécessaire.