

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **6/15-2253_V2**

Annule et remplace l'Avis Technique 6/15-2253_V1

Vitrage feuilleté
Laminated glass

SentryGlas®

Relevant de la norme

NF EN 14449

Titulaire : Kuraray Europe GmbH
Philipp-Reis-Str.4
Room O2.Q1.08
65795 Hattersheim
Allemagne

Tél. : + 31 (0) 6 22 90 29 78
E-mail : bjorn.sanden@kuraray.com
Site internet : www.kuraray.com

Site dédié à SentryGlas® : www.sentryglas.com

Groupe Spécialisé n°6

Composants de baie, vitrages

Publié le 2 mars 2020



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 6 « Composants de Baie, Vitrages » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 3 octobre 2019 la demande relative au Document Technique d'Application concernant le système de vitrage feuilleté SentryGlas® présenté par la Société KURARAY. Le présent document auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 6 « Composants de Baie, Vitrages » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne. Ce document annule et remplace l'Avis Technique 6/15-2253_V1.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont réalisés à partir d'intercalaires élaborés à partir d'un copolymère d'éthylène et correspondant à la définition de « ionomère » en épaisseur de 0,76 mm, 0,89 mm, 1,52 mm et 2,28 mm.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont transparents et incolores après transformation lorsqu'ils sont assemblés avec des composants verriers clairs.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont principalement utilisés pour répondre à des exigences de sécurité (chute des personnes, heurts), pour augmenter la résistance mécanique notamment au regard des charges climatiques et ceci par rapport à des vitrages réalisés avec des intercalaires courants.

La température maximale en œuvre retenue est par ailleurs supérieure à celle des vitrages réalisés avec des intercalaires PVB.

Elle est de 80°C dans le cas de vitrages feuilletés seuls. Cependant dans le cas de vitrages isolants les températures maximales en œuvre ne doivent pas dépasser celles définies dans le cahier du CSTB N° 3242 et ceci au niveau des joints de scellement.

1.2 Mise sur le marché

Les vitrages feuilletés avec intercalaire SentryGlas® doivent faire l'objet d'une déclaration de performances (DoP) lors de leur mise sur le marché conformément au règlement (UE) n°305/2011 article 4.1.

1.3 Identification

L'identification de l'utilisation des intercalaires SentryGlas® est réalisée par étiquette apposée sur les vitrages feuilletés finis.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont des vitrages feuilletés réalisés à partir de verre silicate sodo-calciques et destinés à être utilisés :

- soit seuls, soit assemblés en tant que composant de vitrage isolant et mis en œuvre selon les prescriptions de la norme NF DTU 39,
- soit seuls, soit assemblés en tant que composant de vitrage isolant et mis en œuvre selon la technique des Vitrages Extérieurs Collés (V.E.C),
- soit seuls, soit assemblés en tant que composant de vitrage isolant et mis en œuvre en atelier selon les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2.
- soit en cloisons (seul ou en vitrage isolant) selon le DTU 35.1

La fabrication de vitrages feuilletés SentryGlas® bombés est possible. Les dispositions de conception (géométrie, tolérances, détermination des épaisseurs..) de fabrication et de mise en œuvre devront faire l'objet d'une évaluation spécifique.

Les modalités de calculs et de vérifications dans le cas de VEA sont définies de façon générale au paragraphe 3.3 du Dossier Technique.» et au paragraphe 2.21 de l'Avis. Elles devront cependant être visées dans les Avis Techniques afférents qui devront préciser les éventuelles dispositions spécifiques.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® peuvent être utilisés dans des configurations où la température maximale en œuvre est de 80°C, cependant dans le cas de montage en vitrage isolant, les températures maximales au niveau de ces derniers ne devront pas dépasser celles définies dans le cahier du CSTB N° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages » et ceci au niveau des joints de scellement.

Ces vitrages feuilletés SentryGlas® visés dans le cadre de ce DTA sont réalisés :

- à partir de composants verriers ne comportant pas de couches, sérigraphie ou émaillage côté intercalaires SentryGlas® - pour ces configurations, des essais spécifiques sont nécessaires,
- avec les faces côtés intercalaire SentryGlas® correspondant à la face étain du float,
- avec la face air côté intercalaire ayant reçu une application de primaire/promoteur d'adhérence, dans le cas de vitrages tri feuilletés par exemple.

Comme tout vitrage feuilleté de sécurité les vitrages feuilletés SentryGlas® pourront être utilisés pour réaliser des planchers en verre, des escaliers en verre ou bien des garde-corps non traditionnels en utilisant les règles de conception et d'application correspondantes. Appréciation sur le système

2.11 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Prévention des accidents et maîtrise des accidents des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Les intercalaires SentryGlas® disposent 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).

Données environnementales et sanitaires

Les intercalaires SentryGlas® 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 système.

Stabilité – Sécurité sous poids propre et sous charges climatiques

Les dispositions et méthodes de calculs prévues au paragraphe 3.3 du dossier technique sont satisfaisantes.

Dans le cas d'utilisation de logiciels aux éléments finis ceux-ci seront de types linéaires ou non linéaires avec grands déplacements. Par ailleurs pour une première utilisation d'un logiciel de calcul par un façadier, un bureau d'étude ou toute autre entité intervenant celle-ci sera validée par le CSTB à partir de 3 cas types (plaque uniformément chargée en appui simple sur 4 côtés, VEA maintenu par 4 fixations transversantes et flexion 4 points). Ces dispositions sont également applicables pour chaque changement de version de logiciel.

Sécurité au regard de l'utilisation en verrière ou toiture

Les vitrages feuilletés SentryGlas® seuls peuvent être utilisés en verrière ou en toiture en tant que produits de sécurité (pour se prémunir du risque de blessures susceptibles d'être provoquées par la chute éventuelle de morceaux de verre) à la condition que la température maximale en œuvre (vitrage feuilleté seul) ne dépasse pas 80°C.

Au regard de la maintenance et de l'entretien, et en l'absence de dispositions permanentes et collectives de protection contre les risques de chute, les parois inclinées seront intrinsèquement résistantes. Dans ce cas, il conviendra de vérifier que les vitrages résistent, compte tenu de leur mise en œuvre, au choc de grands corps mou d'énergie 1200 J (Cf. note d'information n° 4 du Groupe Spécialisé n° 2).

Sécurité incendie

Pour la composition 8/1.52/8 il sera pris en compte un classement B-S1,d0. Ce classement est extrapolable pour des épaisseurs de composants verriers supérieures avec une épaisseur maximale de l'intercalaire de 1.52 mm.

Pour le calcul de la masse combustible mobilisable, il faut multiplier le PCS massique (40.54 MJ/Kg) par la masse au m² (en Kg/m²) de l'intercalaire ou des intercalaires.

Pour information la composition 3/3.04/3 qui est très peu employée a obtenu un classement E au regard de la réaction au feu

Isolation acoustique

A défaut d'essais spécifiques, il sera pris en compte pour les performances acoustiques une épaisseur de produit verrier feuilleté égale à l'épaisseur totale du vitrage feuilleté, celui-ci étant considéré comme monolithique.

Isolation thermique

La méthode de détermination des coefficients Ug de transmission thermique des vitrages feuilletés SentryGlas® sera déterminée selon les règles Th-U de 2012 en prenant en compte pour l'intercalaire SentryGlas® un coefficient de conductivité thermique λ égal à celui du verre (à défaut de mesure) soit 1 W/(m.K).

2.12 Durabilité – Entretien

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont réalisés à partir d'intercalaires SentryGlas® dont les premières utilisations datent de 2000 aux Etats-Unis. Les premières utilisations en France datent de 2005. Ils ont montré un comportement satisfaisant.

De très légères variations de teintes sont susceptibles de se produire à long terme. Ces variations devraient cependant être faibles même si la température en œuvre est élevée.

Le risque de délaminage des composants verriers apparaît par ailleurs faible dans la mesure où les contrôles réalisés (SentryGlas® et vitrage feuilleté SentryGlas®) donnent des résultats satisfaisants et où les prescriptions de mise en œuvre afférentes sont respectées à savoir face étain côté intercalaire SentryGlas® ou utilisation de primaire.

2.13 Fabrication et contrôles

• Intercalaires SentryGlas®

Les dispositions prises par la société Kuraray sont propres à assurer la constance de qualité des intercalaires SentryGlas®.

Les intercalaires SentryGlas® lorsqu'ils sont en plaques sont élaborés dans l'usine de Fayetteville (Caroline du Nord, Etats Unis). Lorsqu'ils sont en rouleaux ils sont élaborés dans l'usine de Holesov (République Tchèque).

• Vitrages feuilletés SentryGlas®

Le respect des dispositions de fabrication et de contrôles précisées dans le dossier technique et dans le guide de lamination établi par Kuraray sont propres à assurer la constance de qualité. Un suivi de la fabrication devra cependant être réalisé par le CSTB.

Par ailleurs, la Société Kuraray a mis en place un programme de qualification pour tous les transformateurs qui souhaitent fabriquer des vitrages avec intercalaires SentryGlas®.

Tout fabricant de vitrage feuilleté SentryGlas® devra réaliser les essais suivant la norme européenne NF EN ISO 12543 (haute température, humidité avec condensation) et des essais de chocs suivant la norme européenne NF EN 12600.

2.14 Mise en œuvre

La mise en œuvre sera réalisée soit selon la norme NF DTU 39, soit selon les prescriptions afférentes dans le cas de VEC (Guide EOTA 002 et cahier du CSTB 3488-V2 « Vitrages extérieurs collés »). Dans le cas de mise en œuvre en VEA, elle sera validée dans les Avis Techniques correspondants.

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

2.2 Prescriptions techniques

2.21 Conditions de conception

Les vitrages feuilletés SentryGlas® peuvent être utilisés pour la constitution d'ouvrages devant répondre à des exigences de sécurité aussi bien au regard de la chute des personnes, des heurts, que de l'utilisation en verrière ou en toiture (pour se prémunir du risque de blessures susceptibles d'être provoquées par la chute éventuelle de morceaux de verre), si la température maximale en œuvre n'est pas supérieure à 80°C. Cependant, dans le cas de vitrages isolants les températures en œuvre ne doivent pas dépasser celles précisées dans le cahier CSTB n° 3242 et ceci au niveau des joints de scellement.

Les dispositions relatives aux modalités de calculs et de vérifications sont précisées au paragraphe 2.21 de l'Avis et au paragraphe 3.3 du dossier technique.

Les charges climatiques à prendre en compte sont celles définies dans le cahier du CSTB 3488-V2 (VEC) ou dans le cahier du CSTB 3574_V2 (VEA), soit celles définies dans la norme NF DTU 39.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® peuvent être mis en œuvre en VEC.

Dans le cas de vitrages feuilletés SentryGlas® bombés, les dispositions de conception (géométrie, tolérances, détermination des épaisseurs...) de fabrication et de mise en œuvre devront faire l'objet d'une évaluation spécifique.

Tout fabricant de vitrage feuilleté SentryGlas® devra réaliser les essais suivant la norme européenne NF EN ISO 12543 (haute température, humidité avec condensation) et des essais de chocs suivant la norme européenne NF EN 12600.

2.22 Conditions de fabrication et de contrôle

La Société Kuraray est tenue d'exercer sur la fabrication des intercalaires SentryGlas® un contrôle selon les modalités et fréquences prévues dans le Dossier Technique. La régularité, l'efficacité et les conclusions de ces contrôles seront vérifiées régulièrement par le CSTB à raison de deux fois par an, et il en sera rendu compte annuellement au Groupe Spécialisé n° 6.

Tout fabricant de vitrages feuilletés SentryGlas® se prévalant du présent Document Technique d'Application est tenu d'exercer sur la fabrication des vitrages feuilletés un contrôle selon les modalités et fréquences prévues dans le Dossier Technique.

La régularité, l'efficacité et les conclusions de ces contrôles seront vérifiées régulièrement par le CSTB à raison de 2 fois par an, et il en sera rendu compte annuellement au Groupe Spécialisé n° 6. La liste des usines faisant l'objet d'un suivi (et sous réserve de conclusions satisfaisantes) est par ailleurs disponible sur le site de la CCFAT à l'adresse <http://www.ccfat.fr/groupe-specialise/06/>.

2.23 Conditions de mise en œuvre

Les fillures seront toujours drainées (mise en œuvre traditionnelle, VEC).

Dans le cas de mise en œuvre traditionnelle, les dispositions prévues par la norme NF DTU 39 ou par les normes XPP 20-650-1 et 2 seront respectées (hauteur de feuillure, calages, système d'étanchéité).

Dans le cas de mise en œuvre en VEC dit « bordé », le calage doit intéresser les deux composants du vitrage feuilleté que cela soit en vitrage simple ou en vitrage isolant. Compte tenu de l'épaisseur minimale du joint d'étanchéité de 3 mm, dans le cas de mise en œuvre de vitrages feuilletés SentryGlas®, seuls ou bien en tant que composant extérieur de vitrages isolants, le composant verrier extérieur devra avoir une épaisseur minimale de 6 mm. Les longueurs des cales déterminées selon la norme NF DTU 39 seront multipliées par deux.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC dit « non bordé » le calage doit intéresser l'épaisseur totale des composants des vitrages feuilletés SentryGlas® que cela soit en vitrage simple ou en vitrage isolant. Les longueurs de cales seront déterminées par application de la norme NF DTU 39.

Que cela soit en mise en œuvre traditionnelle ou en VEC, la compatibilité des produits constituant les cales, les calfeutrements d'étanchéité en contact avec l'intercalaire des vitrages feuilletés SentryGlas® seront réalisées selon les modalités précisées dans le Dossier Technique.

Dans le cas de VEC :

- Le mastic utilisé pour le collage des vitrages sur la structure devra bénéficier d'une attestation de conformité « Marque SNJF » en cours de validité.
- Les dispositions prévues dans le guide EOTA 002 et dans le cahier du CSTB 3488-V2 « Vitrages extérieurs collés » devront être respectées.

Dans le cas de vitrages feuilletés SentryGlas® bombés, les dispositions de conception (géométrie, tolérance, détermination des épaisseurs...) de fabrication et de mise en œuvre devront faire l'objet d'une évaluation spécifique.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation des vitrages feuilletés SentryGlas® dans le domaine d'emploi proposé et complété par les prescriptions techniques, est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 juillet 2021.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 6
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé N° 6 a noté que la température maximale en œuvre est de 80°C.

Le présent Document Technique d'Application vise la mise en œuvre de l'intercalaire SentryGlas® côté face étain des composants verriers ou bien côté face air à la condition d'utiliser un primaire selon les modalités précisées dans le dossier technique.

Les modalités de calcul sont précisées au paragraphe 3.3 du dossier technique avec les conditions précisées au paragraphe 2.21 de l'Avis. Lors de la dernière révision de ce Document Technique d'Application, ces modalités de calcul ont fait l'objet d'un complément concernant les vitrages isolants sous charges climatiques.

Les membres du Groupe Spécialisé attirent l'attention sur les précisions apportées concernant les conditions de stockage des intercalaires SentryGlas après ouverture des emballages (précisions concernant le taux d'humidité relative et l'emploi d'un dispositif de dessiccation dans certaines conditions).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 6

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Les intercalaires SentryGlas® sont élaborés à partir d'un copolymère d'éthylène, et correspondent à la définition de « ionomère ».

Les intercalaires SentryGlas® visés dans le cadre de ce DTA ont la référence SG-5000 (intercalaires fournis en plaques) ou SGR-5000 (intercalaires fournis en rouleaux). Seule la version claire (CLEAR) fait l'objet de ce DTA.

Ces intercalaires sont utilisés pour constituer des vitrages feuilletés utilisés comme verre de sécurité dans le bâtiment. Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont transparents et incolores après transformation lorsqu'ils sont assemblés avec des composants verriers clairs. Ils peuvent être associés à des verres teintés ou des verres à couches ou sérigraphiés ou émaillés uniquement dans le cas où ces revêtements sont positionnés en face 1 ou 4 (pas côté intercalaire SentryGlas®). Dans les cas où ces revêtements sont positionnés en face 2 ou 3 les vitrages SentryGlas® devront faire l'objet d'essais spécifiques. Lorsque la face étain n'est pas située côté intercalaire SentryGlas des dispositions sont prévues selon les modalités définies au paragraphe 4.2.4 (application de primaire).

Les vitrages élaborés avec des intercalaires SentryGlas® et transformés par un procédé de calandrage ou un procédé sous vide sont décrits dans la suite du dossier technique. Les unités de transformation pour le PVB sont généralement utilisées à cet effet. Les dispositions et conditions de fabrication recommandées par la société Kuraray doivent cependant être suivies.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont principalement utilisés pour répondre à des exigences de sécurité (chute de personnes, heurts) et pour augmenter la résistance mécanique du verre feuilleté par rapport à des intercalaires PVB.

Lorsqu'ils sont utilisés seuls ils peuvent être utilisés avec des températures maximales en œuvre de 80°C.

Dans le cas de vitrages isolants, les températures maximales en œuvre ne doivent pas dépasser celles définies dans le cahier du CSTB N°3242 et ceci au niveau des joints de scellement.

2. Matériaux

2.1 Intercalare SentryGlas®

Les intercalaires SentryGlas® lorsqu'ils sont en plaques sont élaborés dans l'usine de Fayetteville (Caroline du Nord, Etats Unis). Lorsqu'ils sont en rouleaux ils sont élaborés dans l'usine de Holesov (République Tchèque).

La référence des intercalaires SentryGlas® visés dans le cadre de ce Document Technique d'Application est SG-5000 (intercalaires fournis en plaques) ou SGR-5000 (intercalaires fournis en rouleaux). Ils sont identifiables par les caractéristiques suivantes :

- Masse volumique : 0.95 g/cm³.
- Résistance à la traction : 34.5 Mpa (ASTM D638),
- Elongation : 400% (ASTM D638),
- Coefficient de Poisson : 0.44-0.50,
- Module d'élasticité : 300 MPa (ASTM D5026),
- Résistance au déchirement : 50 MJ/m³ (ASTM D638),
- Module de flexibilité : 345 MPa (ASTM D790),
- Point de fusion : 94 deg C (DSC « Differential scanning calorimetry »),
- Coefficient d'expansion thermique : 10-15 10⁻³ cm/cm °C (ASTM D696).

La valeur de l'indice de réfraction des intercalaires Sentryglas® est de 1.49.

Les intercalaires SentryGlas® visés dans ce Document Technique d'Application sont conditionnés en plaques (épaisseurs 0.89 mm, 1.52 mm et 2.28 mm) ou en rouleaux (épaisseur 0.76 mm ou 0.89 mm).

Les feuilles sont emballées dans un film multicouche étanche et disposées sur des palettes en bois.

Les rouleaux sont emballés de la même manière que les plaques à savoir avec un emballage étanche scellé.

Les dimensions minimales et maximales des plaques à la date de l'établissement du document et selon les épaisseurs sont précisées dans le tableau suivant :

	Dimensions minimales des plaques standards (tolérances -0 + 2,5 cm)	Dimensions maximales des plaques standards (tolérances -0 + 2,5 cm)
0,89 mm	122 cm x 153 cm	214 cm x 366 cm
1,52 mm	122 cm x 153 cm	250 cm x 569 cm
2,28 mm	122 cm x 153 cm	214 cm x 366 cm

Le tableau ci-avant correspond aux dimensions standards. Il peut cependant être livré des plaques dites :

- « Cut to size » qui correspondent à des dimensions rectangulaires et de coupes spécifiées avec des tolérances de - 0 + 2,5 cm qui nécessitent une découpe des bords de l'intercalaire au niveau des chants des vitrages après assemblage,
- « Cut to fit » qui correspondent à des dimensions rectangulaires et de coupes spécifiées avec des tolérances de - 0 + 0,4 cm qui ne nécessitent pas habituellement une découpe des bords de l'intercalaire au niveau des chants des vitrages après assemblage,
- « Cut to form » qui correspondent à des formes et/ou découpe spécifiées avec des tolérances de -0 + 0,4 cm qui ne nécessitent pas habituellement une découpe des bords de l'intercalaire au niveau des chants des vitrages et des éventuels trous ou équivalent en partie courante des vitrages. Pour cela, il est utilisé un logiciel désigné CAD « Computer Aided System » que le client doit utiliser pour définir la forme de la feuille de SentryGlas®.

Dans ces cas, les plaques sont redécoupées et reconditionnées dans l'usine de Holesov.

Dans le cas de rouleaux ceux-ci sont disponibles en épaisseur de 0,76 mm et de 0,89 mm. Les largeurs sont en standard de 122 cm, 153 cm, 183 cm, 225 cm, 250 cm, 270 cm, ou autres largeurs. Les longueurs sont de 200 mètres. Les épaisseurs de 0,89 mm s'utilisent seules ou doublées, et les épaisseurs de 0,76 mm peuvent être utilisées seules ou en multiple.

Le film SentryGlas® possède la propriété dite « anti-blocking » qui correspond à la capacité du film à ne pas coller sur lui-même si la température est inférieure à 60 °C. Ceci permet le stockage en feuilles et en rouleaux sans intercalaire spécifique et à température ambiante (il convient de se reporter au paragraphe 4.21 concernant les dispositions relatives au stockage). La propriété dite « anti-blocking » est intrinsèque à la matière « ionomère » des intercalaires SentryGlas®.

2.2 Produits verriers :

Les vitrages feuilletés SentryGlas® visés dans ce DTA sont fabriqués avec les composants verriers sodocalciques suivants :

- Glaces claires ou teintées de 3 mm à 25 mm d'épaisseur (NF 572-2),
- Glaces trempées claires ou teintées de 3 mm à 19 mm d'épaisseur (EN 12-150),
- Glaces durcies thermiquement selon EN 1863,
- Glaces trempées claires ou teintées ayant subi un traitement HST de 3 mm à 19 mm (EN 14179),
- Glaces ayant reçu une couche pyrolytique (côté air),
- Vitrage à couche lorsque les couches ne sont pas situées côté intercalaire SentryGlas® et qu'elles sont aptes à recevoir les différentes sollicitations inhérentes à la fabrication des vitrages feuilletés.
- Vitrage avec sérigraphie ou émaillage lorsque ces revêtements ne sont pas situés côté intercalaire SentryGlas®.

L'utilisation de couche type magnétron n'est pas prévue côté intercalaire SentryGlas® dans le cadre de ce DTA. Lorsque des revêtements (couches, sérigraphie ou émaillage) sont situés en face 2 ou 3, les vitrages SentryGlas® doivent faire l'objet d'essais spécifiques.

L'intercalaire SentryGlas® doit être en contact avec la face « étain » du verre sauf dans le cas d'utilisation de primaire/promoteur d'adhérence comme prévu au paragraphe 4.2.4

3. Eléments

3.1 Composition et dimensions

Les composants verriers de vitrages feuilletés SentryGlas® ont des épaisseurs variant de 3 à 25 mm d'épaisseur.

Les limitations des dimensions en plan sont soit celles afférentes aux composants verrier (longueur) soit celles afférentes aux intercalaires SentryGlas® (largeur). Cependant l'aboutage des intercalaires SentryGlas® pour réaliser des vitrages feuilletés SentryGlas® de largeur supérieure à la largeur nominale des films est possible tout en conservant les propriétés mécaniques. Cette opération nécessite :

- de joindre deux bords parfaitement rectilignes (bord originaux des feuilles ou rouleau),
- un soin particulier, pour que cet aboutage ne soit pas visible sur le produit fini,
- d'être réalisée par un transformateur ayant fait la preuve qu'il maîtrise bien cette technique (bord d'aboutage de très bonne qualité et invisibles).

On peut noter que cette disposition s'applique dans le cas de vitrage de largeur supérieure à 2,50 mètres réalisé à partir de plaques SentryGlas® (largeur maximale limitée à 2,50 mètres dans le cas de plaques de 1,52 mm d'épaisseur et de 2.70 m dans le cas de rouleaux).

Les vitrages feuilletés SentryGlas® sont généralement plans, mais peuvent être de forme quelconque.

La fabrication des vitrages feuilletés bombés SentryGlas® est possible. Les dispositions de conception (géométrie, tolérances, détermination des épaisseurs...) de fabrication, et de mise en œuvre devront faire l'objet d'une évaluation spécifique. L'intercalaire SentryGlas® doit toujours être en contact avec la face étain des verres sauf dans le cas d'utilisation d'un primaire.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® plans peuvent être réalisés à partir de composants verriers trempés comportant des trous ou encoches. Elle devra être visée dans les Avis Techniques afférents dans le cas de VEA qui devront préciser les modalités correspondantes et les éventuelles dispositions spécifiques.

Le choix de l'épaisseur de l'intercalaire SentryGlas® est dépendant de la performance de sécurité requise du vitrage pour une application spécifique. Il est possible de superposer les intercalaires SentryGlas® dans un vitrage pour obtenir des performances de sécurité spécifiques. Le choix de l'épaisseur peut aussi être dicté par les déformations locales et globales des produits verriers, dans le cas de composants verriers trempés ou « durci ».

En l'état actuel, environ 90 % des vitrages feuilletés SentryGlas® sont réalisés en mesure fixe. Dans le cas de réalisation de plateau, il est possible de réaliser une découpe sur des tables classiques lorsque l'épaisseur des composants verriers ne dépasse pas 5 mm et moyennant quelques modifications sur les conditions de découpage. Pour des épaisseurs plus importantes, en l'état actuel, seul le découpage au jet d'eau ou à la scie sont possibles.

Tolérances

Les tolérances sont les suivantes :

Plus grande dimension du vitrage feuilleté SentryGlas®	Tolérances sur les dimensions des vitrages SentryGlas®	
	Epaisseur des composants verriers < 10 mm	Autres vitrages feuilletés avec au moins une feuille de verre ≥ 10 mm d'épaisseur nominale
L < 2 m	+3,5 / -2	+5 / -3,5
2 m ≤ L ≤ 3 m	+5 / -3	+6 / -4
L > 3 m	+6 / -4	+7 / -5

Tolérances sur les épaisseurs avec 2 composants verriers				
Epaisseur glace (1 ^{er} composant)	8	10	12	15
Epaisseur intercalaires SentryGlas®	1.52	1.52	1.52	1.52
Epaisseur glace (2 ^{eme} composant)	8	10	12	15
Epaisseur nominale totale et tolérances	17.5 ± 0.7	21.5 ± 0.7	25.5 ± 0.7	31.5 ± 1.1

Tolérances sur les épaisseurs avec 3 composants verriers			
Épaisseur glace 1 ^{er} composant	10	12	15
Épaisseur intercalaire SENTRYGLAS®	1,52	1,52	1,52
Épaisseur glace 2 ^{eme} composant	10	12	15
Épaisseur intercalaire SENTRYGLAS®	1,52	1,52	1,52
Épaisseur glace 3 ^{eme} composant	10	12	15
Épaisseur nominale totale et tolérances	33,04 ± 1,1	39,04 ± 1,1	48,04 ± 1,7

Les tolérances sur les épaisseurs sont données au paragraphe 4.1.2 de la norme EN ISO 12543-5.

Les tolérances d'épaisseur sur les vitrages feuilletés SentryGlas® finis doivent prendre en compte celles relatives aux composants verriers et celles correspondant à la variation d'épaisseur individuelle des intercalaires, à savoir :

- 0.76 mm ± 0.05 mm généralement destinés à être utilisée en double pour obtenir une épaisseur totale de 1.52 mm ± 0.1 mm,
- 0.89 mm ± 0.05 mm,
- 1.52 mm ± 0.1 mm,
- 2.28 mm ± 0.1 mm.

Les autres tolérances (décalages...) sont celles données dans la norme EN ISO 12543-5.

Les défauts d'aspect admissibles sont ceux donnés dans la norme NF EN ISO 12543-6

3.2 Calcul de l'épaisseur des vitrages

Il est prévu 4 possibilités de vérifications des déformations et contraintes dans les verres (paragraphe a) à d)).

Dans le cas des vitrages isolants, pour le calcul des contraintes dans les verres sous charges climatiques (effet de la température et de l'altitude), il convient de se référer aux paragraphes b) ou c) ; pour le calcul des efforts dans les joints de scellement, il convient de se référer au paragraphe e).

On note que dans le cas d'un vitrage isolant, pour le calcul des contraintes et déformations dans les verres et des efforts dans les joints de scellement, il est nécessaire de déterminer préalablement la température du ou des composants verriers feuilletés SentryGlas® en prenant en compte la composition exacte du vitrage isolant.

Les modalités de calculs et de vérifications dans le cas de VEA sont définies de façon générale ci-après. Elles devront cependant être visées dans les Avis Techniques afférents qui devront préciser les modalités de calculs correspondantes et les éventuelles dispositions spécifiques.

Dans la suite du document on appelle Δh la charge permanente due à la différence d'altitude entre le lieu de fabrication et le lieu d'installation du vitrage.

a) Utilisation d'un logiciel aux éléments finis

Le logiciel utilisé sera de type linéaire ou non linéaire avec grands déplacements.

Dans ce cas et suivant les types de charges, il sera utilisé les modules de Young et de cisaillement de l'intercalaire donnés ci-après :

Type de chargement	E Module de Young (MPa)	G Module de cisaillement (MPa)
Vent	100	33
Neige	10	3,3
Poids propre et Δh	0	0

Pour ces modélisations, il sera pris en compte l'épaisseur réelle des intercalaires.

Les combinaisons de charges seront faites selon le paragraphe 3.2 du cahier du CSTB N° 3574_V2 de janvier 2012 - Vitrages Extérieurs Attachés (VEA) faisant l'objet d'un Avis Technique ou selon le paragraphe 2.3 du cahier du CSTB 3488_V2 (Vitrages Extérieurs Collés)

Les contraintes maximales de calcul sont celles précisées soit dans le tableau 12 du le cahier du CSTB N° 3574_V2 (VEA), soit dans le tableau 4 du cahier du CSTB 3488_V2 (VEC).

Suivant les combinaisons de charges, il sera retenu les valeurs de E et de G correspondant aux pondérations combinées afférentes avec :

- poids propre : E = 0 Mpa,
- poids propre + neige : E = 10 Mpa (ou G = 3,3 Mpa),
- poids propre + neige + vent : E = 100 Mpa (ou G = 33 Mpa),

Les flèches seront selon les cas limitées aux types d'utilisation correspondante (VEC, VEA...).

b) Calcul à partir des valeurs ω

Il sera pris en compte les valeurs désignées ω données dans le tableau suivant :

Type de chargement	ω											
Vent	0,7											
Neige	0,4											
Poids propre	0,0											
Vitrages isolants – chargements complémentaires												
Δh	0											
Charges climatiques ΔT hiver	0,5											
Charges climatiques ΔT été	En fonction de la température dans le composant verrier : <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>80 °C</td><td>0</td></tr> <tr><td>70 °C</td><td>0</td></tr> <tr><td>60 °C</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>50 °C</td><td>0,25</td></tr> <tr><td>40 °C</td><td rowspan="2">0,5</td></tr> <tr><td>à 20 °C</td></tr> </table> <p>Pour une température intermédiaire, la valeur de ω se détermine par interpolation linéaire</p>	80 °C	0	70 °C	0	60 °C	0,1	50 °C	0,25	40 °C	0,5	à 20 °C
80 °C	0											
70 °C	0											
60 °C	0,1											
50 °C	0,25											
40 °C	0,5											
à 20 °C												

Les sollicitations climatiques (conditions hiver) sont définies sur une durée de 12h.

Les sollicitations climatiques (conditions été) sont définies sur une durée de 4h à 8h.

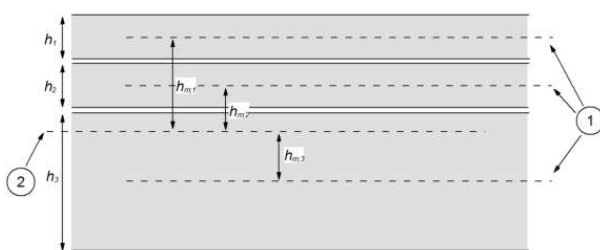
Ces valeurs de ω correspondent à celles définies dans le projet de norme européenne prEN 16612 :2013 (septembre 2013) (pour ce qui concerne les charges de vent, de neige, de poids propre et d'altitude) et correspondent aux définitions d'épaisseurs équivalentes suivantes.

La détermination de l'épaisseur équivalente pour la flèche est :

$$(1) \quad h_{ef;w} = \sqrt[3]{\sum_k h_k^3 + 12\omega \left(\sum_i h_i h_{m,k}^2 \right)}$$

La détermination des épaisseurs équivalentes pour les contraintes est donnée par la relation :

$$(2) \quad h_{ef;\sigma;j} = \sqrt{\frac{(h_{ef;w})^3}{(h_j + 2\omega h_{m;j})}}$$



Sur le dessin ci-avant 1 correspond au plan de symétrie de chaque couche de verre et 2 correspond au plan de symétrie du vitrage feuilleté.

Dans les formules précédentes :

- h_k et h_j sont les épaisseurs nominales de chaque feuille de verre composant le vitrage feuilleté,
- $h_{m,k}$ et $h_{m,j}$ sont les distances entre le plan de symétrie des feuilles de verre k et j et celle du vitrage feuilleté complet. Ces distances sont déterminées en prenant en compte les épaisseurs réelles des intercalaires.

Les combinaisons de charges, les calculs des contraintes maximales et les vérifications correspondantes seront réalisées selon les mêmes dispositions et critères que ceux indiqués dans le cas du paragraphe a) selon le type d'utilisation, avec les précisions suivantes.

Suivant les combinaisons de charges, il sera retenu les valeurs de ω correspondant aux pondérations combinées afférentes avec :

- poids propre + Δh : $\omega = 0,00$,
- (poids propre + Δh) + neige : $\omega = 0,40$,
- (poids propre + Δh) + neige + vent : $\omega = 0,70$,
- Δh + ΔT (conditions hiver) : $\omega = 0,5$,
- Δh + ΔT (conditions été) : $\omega = \omega$ (charges climatiques ΔT – été, voir tableau).

De manière générique, pour les déformations et contraintes et suivant le cahier CSTB 3488_V2 (VEC) dans le cas de plaque en appui sur 4 côtés on a :

• Déformations : $f = \alpha q_s l^4 / (h_{ef;w})^3$

• Contraintes : $\sigma_j = \beta \cdot q_u \cdot l^2 / (h_{ef;\sigma;j})^2$

avec α et β donnés dans le tableau 3 et l étant la plus petite dimension en mètre du vitrage (Cf cahier 3488_V2).

Pour les déformations et contraintes suivant le cahier 3574_V2 (VEA) on a :

• Déformations : $f = \alpha q_s a^4 / (h_{ef;w})^3$

• Contraintes : $\sigma_j = \beta \cdot q_u \cdot a^2 / (h_{ef;\sigma;j})^2$

avec α , β et a étant les valeurs définies dans les tableaux T2, T3 et T4 (Cf cahier 3574_V2).

Dans le cas d'un vitrage isolant, le calcul des contraintes dans les composants verriers s'effectue suivant la méthode décrite dans le cahier 3488_V2, annexe B, qui permet de calculer les pressions s'appliquant sur chaque composant verrier. Dans le cas du calcul des contraintes sous charges climatiques, il est nécessaire de déterminer préalablement la température du ou des composants verriers feuilletés SentryGlas® en prenant en compte la composition exacte du vitrage isolant, afin de déterminer la valeur de ω à retenir pour chaque composant verrier. Le calcul des contraintes s'effectue alors en prenant en compte les épaisseurs équivalentes déterminées à l'aide de la formule (2).

Les déformations et contraintes seront limitées selon les précisions données au paragraphe a) précédent.

c) Calcul à partir de ϵ (cahiers VEC et VEA)

La définition du coefficient ϵ avec les valeurs précisées dans le tableau sont adaptées de celles données dans le cahier du CSTB 3488_V2 relatif aux Vitrages Extérieurs Collés (paragraphe 2.3.1.3) ou bien celle découlant de l'annexe A du cahier du CSTB 3574_V2 relatif aux VEA pour ce qui concerne le calcul des flèches.

Dans le cas de vitrages SentryGlas®, les valeurs de ϵ prises en compte que cela soit des VEC ou VEA seront :

Type de chargement	ϵ
Vent	0,70
Neige	0,40
Poids propre	0,00
Vitragés isolants – chargements complémentaires	
Δh	0
Charges climatiques ΔT hiver	0,5

Charges climatiques ΔT été	En fonction de la température dans le composant verrier :	
	80 °C	0
	70 °C	0
	60 °C	0,1
	50 °C	0,25
	40 °C à 20 °C	0,5
	Pour une température intermédiaire, la valeur de ε se détermine par interpolation linéaire	

Les sollicitations climatiques (conditions hiver) sont définies sur une durée de 12h

Les sollicitations climatiques (conditions été) sont définies sur une durée de 4h à 8h.

Pour ce qui concerne l'épaisseur équivalente pour le calcul des flèches la valeur de ε sera introduite dans la relation :

$$e_{eqf} = \sqrt[3]{e_1^3 + e_2^3 + \varepsilon (e_1 + e_2)^3} \text{ ou } e_1 \text{ et } e_2 \text{ correspondent aux épaisseurs de ces composants verriers des vitrages feuilletés.}$$

Pour ce qui concerne l'épaisseur équivalente au regard du calcul des contraintes il sera pris en compte la relation modifiée suivante pour le composant d'épaisseur e_1 :

$$(1) \quad e_{eq\sigma 1} = \sqrt{e_1 + \frac{e_{eqf}^3}{\varepsilon(e_1 + e_2)^2}}$$

Pour le composant d'épaisseur e_2 il sera pris en compte pour le calcul des contraintes la valeur modifiée suivante :

$$(2) \quad e_{eq\sigma 2} = \sqrt{e_2 + \frac{e_{eqf}^3}{\varepsilon(e_1 + e_2)^2}}$$

Les combinaisons de charges, les calculs des contraintes maximales et les vérifications correspondantes seront réalisés selon les mêmes dispositions et critères que ceux indiqués dans le cas du paragraphe a suivant le type d'utilisation et avec les précisions suivantes.

Suivant les combinaisons de charges, il sera retenu les valeurs de ε correspondant aux pondérations combinées afférentes avec :

- poids propre + Δh : $\varepsilon = 0,00$,
- (poids propre + Δh) + neige : $\varepsilon = 0,40$,
- (poids propre + Δh) + neige + vent : $\varepsilon = 0,70$,
- Δh + ΔT (conditions hiver) : $\varepsilon = 0,5$,
- Δh + ΔT (conditions été) : $\varepsilon = \varepsilon$ (charges climatiques ΔT - été, voir tableau).

Pour les déformations et contraintes et suivant le cahier CSTB 3488_V2 (VEC) dans le cas de plaque en appui sur 4 côtés on a :

- Déformations : $f = \alpha q_s l^4 / (e_{eqf})^3$
- Contraintes pour le composant 1 : $\sigma = \beta \cdot q_u \cdot l^2 / (e_{eq\sigma 1})^2$ et pour le composant 2 : $\sigma = \beta \cdot q_u \cdot l^2 / (e_{eq\sigma 2})^2$

avec α et β donnés dans le tableau 3 et l étant la plus petite dimension en mètre du vitrage (Cf cahier 3488_V2).

Pour les déformations et contraintes suivant le cahier 3574_V2 (VEA) on a :

- Déformations : $f = \alpha q_s a^4 / (e_{eqf})^3$
- Contraintes pour le composant 1 : $\sigma = \beta \cdot q_u \cdot a^2 / (e_{eq\sigma 1})^2$ et pour le composant 2 $\sigma = \beta \cdot q_u \cdot a^2 / (e_{eq\sigma 2})^2$

avec α , β et a étant les valeurs définies dans les tableaux T2, T3 et T4 (Cf cahier 3574_V2).

Dans le cas d'un vitrage isolant, le calcul des contraintes dans les composants verriers s'effectue suivant la méthode décrite dans le cahier 3488_V2, annexe B, qui permet de calculer les pressions

s'appliquant sur chaque composant verrier. Dans le cas du calcul des contraintes sous charges climatiques, il est nécessaire de déterminer préalablement la température du ou des composants verriers feuilletés SentryGlas® en prenant en compte la composition exacte du vitrage isolant, afin de déterminer la valeur de ε à retenir pour chaque composant verrier. Le calcul des contraintes s'effectue alors en prenant en compte les épaisseurs équivalentes déterminées à l'aide des formules (1) et (2).

Les déformations et contraintes seront limitées selon les précisions données au paragraphe a) précédent.

Dans le cas de VEA comportant 6 fixations traversantes, il sera réalisé des essais de détermination de rayons de courbure admissible selon le cahier 3574_V2 correspondant à la composition du vitrage feuilleté utilisé. Par ailleurs, à titre de vérification, il sera réalisé une vérification des rayons de courbure avec l'épaisseur d'un composant verrier monolithique dont l'épaisseur est la plus proche de celle de la composition du vitrage feuilleté prévu (ou encadrant l'épaisseur du vitrage feuilleté).

Dans tous les cas, les Avis Techniques des systèmes VEA devront viser l'emploi des vitrages avec intercalaires SentryGlas® avec les règles de vérification afférentes.

d) Calcul selon la norme NF DTU 39 P4 de juillet 2012.

Les calculs et vérifications seront effectués selon les modalités définies dans ce document en prenant les valeurs de coefficients ε_2 suivantes :

	Valeur de ε_2
Vent (Pvent, P5, P6 selon § 6 de NF DTU 35 P4)	1,15
Neige Poids propre (P2 P3 P4 P7 selon § 6 de NF DTU 39 P4)	1,25

Les déformations seront limitées selon les règles données dans la norme NF DTU 39 P4.

e) Calcul des efforts dans les joints de scellement sous charges climatiques – conditions été et sous variation d'altitude

Les épaisseurs équivalentes des composants verriers feuilletés SentryGlas® sont calculées en utilisant la formule suivante, telle que définie au paragraphe b) :

$$h_{ef;w} = \sqrt[3]{\sum_k h_k^3 + 12\omega \left(\sum_i h_k h_{m,k}^2 \right)}$$

Avec pour valeur de ω :

Δh	0									
Charges climatiques ΔT été	En fonction de la température dans le composant verrier :									
	<table border="1"> <tr> <td>80 °C</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>70 °C</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>60 °C</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>50 °C</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>40 °C à 20 °C</td> <td>0,7</td> </tr> </table>	80 °C	0	70 °C	0,1	60 °C	0,25	50 °C	0,4	40 °C à 20 °C
80 °C	0									
70 °C	0,1									
60 °C	0,25									
50 °C	0,4									
40 °C à 20 °C	0,7									
	Pour une température intermédiaire, la valeur de ω se détermine par interpolation linéaire									

Ces valeurs sont également retenues dans le cas de charges climatiques (conditions été) combinées à des charges dues à une différence d'altitude entre le lieu de fabrication et le lieu d'installation.

Note : il est nécessaire de déterminer préalablement la température du ou des composants verriers feuilletés SentryGlas® en prenant en compte la composition exacte du vitrage isolant, afin de déterminer la valeur de ω à retenir pour chaque composant verrier.

Le calcul des efforts dans les joints de scellement est alors réalisé suivant la méthode définie dans le cahier 3488_V2 (annexe B), en remplaçant chaque composant verrier feuilleté SentryGlas® par un composant verrier monolithique d'épaisseur équivalente déterminée comme indiqué précédemment.

4. Fabrication

4.1 Intercalaires SentryGlas®

Les plaques et films SentryGlas® sont extrudés et découpés à la forme définie dans le cas de plaques soit mis en bobine dans le cas de films. Le contrôle des défauts (contamination) et de l'épaisseur sont réalisés

en continu. Les plaques ou films sont ensuite enveloppés dans des films de protection étanches et soudés.

4.2 Fabrication des vitrages feuilletés SentryGlas®

La fabrication de vitrage feuilleté SentryGlas® doit se faire selon les recommandations de la société Kuraray, un guide à la lamination du SentryGlas® étant mis à disposition par la société Kuraray. En plus des conditions imposées par les différentes normes en vigueur, tous les transformateurs qui souhaitent utiliser le SentryGlas®, devront passer par un programme de qualification géré par la société Kuraray avant de pouvoir produire des vitrages feuilletés SentryGlas®.

Ce programme comprend en outre l'examen des modalités d'application du « Manuel de laminage » la réalisation d'échantillons, avec analyse dans le laboratoire Kuraray de Troisdorf (adhésion, humidité, construction ATTA, trouble/turbidité, bake test) ainsi que l'envoi d'échantillons tous les 6 mois minimum au laboratoire de Troisdorf pour un suivi de production.

4.2.1 Stockage SentryGlas® :

Les emballages de SentryGlas® *non ouverts* ne nécessitent pas de stockage sous température et humidité contrôlée car, contrairement aux intercalaires PVB, les intercalaires SentryGlas® ne collent pas entre eux à température ambiante. Les feuilles ou les films de SentryGlas® conservent leurs propriétés pendant plusieurs années lorsqu'ils sont stockés dans leur emballage d'origine hermétiquement scellé – une date limite d'utilisation est donnée sur chaque emballage, elle correspond à 3 ans après la date de production. Par contre, l'absorption d'humidité au fil du temps pouvant entraîner une détérioration de la performance d'adhésion sur le verre, il est recommandé de mesurer l'humidité ainsi que les valeurs d'adhésion après laminage des intercalaires SentryGlas® si ces derniers ont été stockés pendant plus de 3 ans après la date de fabrication de l'intercalaire, même dans un emballage d'origine non ouvert (la date de fabrication, à savoir le mois et l'année apparaissent sur les conditionnements de manière codifiée). Les mesures d'humidité peuvent être réalisées par Kuraray car les centres de production de vitrages feuilletés ne sont généralement pas équipés.

En cas d'utilisation partielle d'intercalaires SentryGlas®, il est nécessaire de stocker les intercalaires dans des conditions d'humidité telles que HR soit inférieure ou égale à 15 %. Pour assurer une HR inférieure à 15%, on pourra utiliser un conditionnement spécial (caisson ou poche par exemple) connecté à un système de dessiccation permettant de garantir une HR inférieure ou égale à 15%.

Il est également possible, après utilisation, de réemballer les intercalaires de façon hermétique (au fabricant de s'assurer que l'emballage est bien hermétique). Dans ce cas, le fabricant devra obligatoirement effectuer un essai haute température et un essai pummel sur un échantillon avant toute réutilisation des intercalaires ainsi réemballés pour s'assurer de la bonne qualité de l'intercalaire SentryGlas®. En cas de doute, le fabricant devra prendre contact avec le Service Technique de Kuraray.

Dans tous les cas le fabricant devra suivre les instructions décrites dans le guide laminage de Kuraray ou se rapprocher du service technique de Kuraray.

4.2.2 Assemblage :

Le processus d'assemblage des composants verriers des vitrages feuilletés SentryGlas® est le suivant :

- L'assemblage des vitrages et du SentryGlas® sera effectué dans un local hors poussière fermé et avec des conditions de maintien d'humidité relative et de température similaire aux conditions recommandées pour l'assemblage des intercalaires PVB. À noter que la reprise en humidité de l'intercalaire SentryGlas® est beaucoup plus lente que celle d'un intercalaire PVB.
- La découpe des vitrages peut être effectuée sur table de découpe manuelle ou automatique tout en s'assurant que l'équerrage des deux verres soit parfait. Les huiles de découpe utilisées doivent être du type soluble ou évaporable. Tout produit à base d'hydrocarbure est à proscrire.
- Un lavage des vitrages devra être réalisé avec une machine à laver conforme au travail de la miroiterie industrielle.
L'eau utilisée pour le dernier rinçage sera traitée avec un seuil maximum recommandé de conductivité de 20 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.
La manipulation des vitrages devra s'effectuer à l'aide de gants adaptés sans peluche.
- Si nécessaire, le découpage des films SentryGlas® se fait avant la phase d'assemblage. La découpe doit se faire dans le local hors poussière sur une table de découpe bien dimensionnée pour éviter des problèmes de contamination. La manipulation du film devra s'effectuer à l'aide de gants adaptés sans peluche.
- Avant l'assemblage, les verres doivent être parfaitement propres et secs. Tout contact des vitrages lavés et plus particulièrement des faces devant être situées coté intercalaire SentryGlas® avec des

éléments ou surfaces susceptibles d'altérer leur propreté, est prohibé.

- L'assemblage des deux verres et des intercalaires SentryGlas® sera réalisé à l'horizontale. L'intercalaire SentryGlas® doit être laminé sur le côté étain (T) du verre, c'est-à-dire de façon à obtenir une composition de type ATTA pour Air/Étain/SentryGlas®/Étain/Air. Cette orientation doit être absolument respectée car elle va permettre de maximiser l'adhésion du SentryGlas® sur le verre. Il est possible cependant d'avoir la face air coté intercalaire moyennant l'application de primaire/promoteur d'adhérence selon le paragraphe 4.2.4.

4.2.3 Laminage

L'opération de laminage des intercalaires SentryGlas® pour réaliser des vitrages feuilletés nécessite en première étape l'extraction de l'air situé à l'interface verre/intercalaire et le pré-scellement des bords pour éviter la pénétration d'air lors de l'autoclavage. Le dégazage sera réalisé soit avec un système de rouleaux presseurs et de fours, appelé aussi calandreuse (simple ou doubles), soit par un procédé à vide. Les intercalaires SentryGlas® sont réalisés avec une surface déterminée afin de faciliter l'expulsion de l'air avant d'adhérer au verre.

Le transformateur établira les paramètres de production en se basant sur l'apparence optique du pré-feuilleté et du feuilleté ainsi que les résultats des tests standards (bake-test, essai pummel) qui sont les garants de la bonne qualité des vitrages feuilletés. Le transformateur pourra se baser sur les indications décrites dans le guide de laminage fourni par Kuraray pour établir ses propres paramètres de production.

- Système à rouleaux / calandreuse :

À noter qu'en fonction de l'équipement utilisé, les températures optimales résultant de la vitesse de ligne ainsi que les réglages du rouleau presseur seront différents pour chaque transformateur.

Le transformateur devra toujours faire des essais préalables pour établir et fixer ses conditions de laminage optimales pour une configuration spécifique des vitrages en se basant sur les aspects après calandrage et les résultats des essais standards (voir annexe 3).

La vitesse de ligne dépend de la température des pré-feuilletés pendant l'opération et de l'aspect du pré-feuilleté à la sortie du four.

La température du pré-feuilleté dépend de plusieurs facteurs tels que : épaisseur du verre, verre à couche, type de four, et réglages du four. Les températures seront contrôlées à l'aide d'un thermomètre infra-rouge disposé à la sortie de la dernière calandre, ou bien de type portable.

Les paramètres des fours, telles que puissance et longueur d'onde, peuvent varier grandement suivant la conception du four utilisé (four à éléments chauffants IR, four à convection ou four hybride).

De façon générale, l'intercalaire SentryGlas® absorbant les radiations IR de façon plus importante que le verre, les vitesses de lignes avec four IR seront plus rapides qu'avec un four à convection. L'apparence des pré-feuilletés sera donc différente.

Il convient donc de contrôler et de surveiller les paramètres de calandrage qui sont des éléments clés pour obtenir des feuilletés SentryGlas® de qualité, et s'assurer que les paramètres utilisés sont bien dans les plages de production prédéfinies par le transformateur pour garantir un feuilleté de qualité.

Les préconisations pour fabriquer les vitrages feuilletés avec intercalaire SentryGlas® sont précisées ci-après. Ces paramètres pourront cependant nécessiter d'être ajustés pour obtenir une qualité optimale après laminage en fonction des compositions et du four et calandre utilisés.

- Température du vitrage feuilleté sortant du dernier rouleau : $63 \pm 8^\circ\text{C}$ (les températures optimales peuvent sortir de cette fenêtre en fonction des compositions et du four et calandre utilisés). La vitesse doit être réglée afin d'obtenir cette température de sortie, en liaison avec l'aspect du laminé calandré. Cette température est contrôlée à l'aide d'un thermomètre infra-rouge disposé à la sortie de la dernière calandre, ou bien de type portable.
 - Pour l'ouverture entre rouleaux, les dispositions suivantes sont généralement adaptées :
 - l'ouverture des rouleaux doit être de 3 mm de moins que l'épaisseur totale du laminé pour du verre recuit,
 - l'écartement du rouleau presseur dans le cas d'un verre durci ou trempé (vagues) doit être diminué,
 - il convient d'ouvrir les premiers rouleaux presseurs en cas de glissement du verre. En effet lors du passage en première calandre, la température du verre est encore basse. Le SentryGlas® est encore très rigide à cette température et donne pratiquement pas d'adhérence au verre, d'où le risque de glissement. En fait, la première calandre est importante pour le laminage du PVB qui est relativement mou à des températures basses.
- Un train de rouleau comporte habituellement au moins 2 couples de rouleaux.

- Aspect du laminé :

- Aspect du laminé calandré réalisé avec des lignes à chauffage infra-rouge (IR) : le bord scellé sur tout le pourtour du laminé doit être au moins de 2 cm. Alors que la zone périphérique scellée doit être claire, l'intérieur doit être translucide,
- Aspect du laminé dans le cas de fours à convection : les fours à convection procurent des températures moyennes à hautes, dans la gamme recommandée pour le verre. L'aspect du laminé doit être presque transparent.

b) Sac ou anneau à vide :

Le procédé sous vide est recommandé dans le cas de feuilletés de grande taille ou multi-feuilletés (nombre de verres supérieur à 2 ou nombre d'intercalaires supérieur à 2). Des systèmes jetables ou réutilisables peuvent être utilisés pour les sacs à vide. Les systèmes jetables sont réalisés manuellement, à la taille du laminé. Il est nécessaire d'utiliser une bande poreuse le long du bord du laminé et à l'intérieur du sac pour permettre un dégazage complet du laminé. Si cette bande adhère à l'intercalaire, il est recommandé de placer un film perforé entre les deux. Tout matériau utilisé lors du traitement sous vide d'un laminé associé à de la chaleur doit être homologué pour ce type d'application.

Le procédé sous vide se décompose généralement en 2 étapes :

- En premier lieu on effectue la mise sous vide à température ambiante (mise sous vide dite « à froid »), avec un temps de maintien du vide à froid d'au moins 10 minutes. (ceci dépendra de la taille et de la composition du feuilleté). La valeur de dépression est généralement de 0,8 bar à 0,9 bar, des valeurs plus basses peuvent être utilisées mais nécessitent un contrôle accru et un dégazage à froid plus long,
- Puis le feuilleté est placé dans un autoclave tout en maintenant le vide. De manière générale, une température d'autoclave de 130 à 135 C est recommandée. Il est impératif que le temps de maintien à cette température soit suffisamment long pour permettre à tous les feuilletés d'atteindre cette température pendant la durée requise afin d'assurer une bonne adhésion. Le temps minimum de maintien recommandé est de 1 heure (voir aussi paragraphe 4.25).

Il est à noter que l'étape de dégazage à froid n'est pas une étape obligatoire. Il est tout à fait possible d'appliquer la mise sous vide directement lors de la mise en autoclave, pour les feuilletés simples.

Dans le cas de procédé sans autoclave se rapporter au paragraphe 4.26.

4.24 Cas d'application de primaire (promoteur d'adhérence)

Un primaire doit être appliqué sur la face « côté air » du verre (cas de couche déposée sur la face étain par exemple ou de multi feuilleté).

Le primaire est appliqué soit à l'aide d'un spray, soit à l'aide d'une lingette imprégnée de primaire, soit à l'aide d'un applicateur du commerce sur la surface du verre (côté air) préalablement lavée. Il convient de veiller à ce que toute la surface du verre soit recouverte. Le verre doit être par la suite essuyé à sec pour éviter tout surplus de primaire. Un excès de primaire aura l'effet inverse souhaité. L'intercalaire SentryGlas® peut être déposé dès l'application du primaire.

Toutes dispositions nécessaires doivent être prises pour ne pas altérer l'état de propreté de la surface sur laquelle le primaire est appliqué.

Le primaire est un produit acheté dans le commerce, les références sont les suivantes :

SentryGlas® Primer, code : SP70000/175 – LP Chemicals – Road 5, Winsford Industrial Estate, Winsford, Cheshire CW7 3RB, UK.

Qdel Adhesion Pro S1187 (1 litre) ou S1270 (6 litres) – Qdel – Textielstraat 8 – 7575 CA Oldenzaal, Nederland.

Dans tous les cas il est nécessaire de suivre les recommandations de ces fournisseurs concernant les conditions de stockage

4.25 Autoclave

Le but de l'autoclave est de dissoudre l'air résiduel, de permettre un contact optimum entre le verre et l'intercalaire et d'atteindre un niveau d'adhérence optimum entre le verre et le SentryGlas.

Il convient donc de contrôler et de surveiller les paramètres de l'autoclave qui sont des éléments clés pour obtenir des feuilletés SentryGlas® de qualité. Les paramètres, tels que rangement des vitrages feuilletés, cycle de températures et vitesse de refroidissement, vont influencer aussi bien les propriétés optiques que mécaniques des vitrages feuilletés.

Les vitrages feuilletés doivent être disposés dans les pupitres/chevalets de l'autoclave avec un espace recommandé minimum de séparation de 19 mm.

Dans la mesure où chaque autoclave est de conception différente, il est impossible de standardiser les cycles et les paramètres du process, les valeurs et les paramètres du cycle d'autoclave seront donc différents chez chaque fabricant de verres feuilletés. Le fabricant optimisera ses paramètres par rapport à l'apparence finale du feuilleté et des résultats des essais sur produits finis. Le transformateur pourra se

baser sur les indications décrites dans le guide de laminage fourni par Kuraray pour établir ses propres paramètres de production.

De manière générale, une température d'autoclave de 130 à 135 C est recommandée. Il est impératif que le temps de maintien à cette température soit suffisamment long pour permettre à tous les feuilletés d'atteindre cette température pendant la durée requise afin d'assurer une bonne adhésion. Le temps minimum de maintien recommandé est de 1 heure. Un vitrage feuilleté qui ne reste pas le temps nécessaire peut avoir un aspect acceptable, mais risque de présenter une faible adhésion entre l'intercalaire et le verre.

La vitesse de refroidissement est essentielle pour minimiser la turbidité du feuilleté. Plus la vitesse de refroidissement est rapide, plus le trouble est faible. Cette vitesse de refroidissement variera en fonction de la circulation d'air dans l'autoclave, de la charge de l'autoclave et de la composition des vitrages (dimension et épaisseur verre et intercalaires). Cette vitesse de refroidissement peut être mesurée avec un thermomètre qui est placé sur le flux d'air de l'autoclave. L'espacement minimum prédéfini entre les vitrages assure que cette vitesse de refroidissement est aussi maintenue sur le vitrage lui-même. Une valeur cible de 2,2°C/min est indiquée mais seule la mesure de la turbidité permet de garantir que le refroidissement est optimal (Kuraray assure lors de son programme d'évaluation et de suivi client la mesure de la turbidité).

4.26 Procédé sans autoclave

Le SentryGlas® est plus facile à laminier (sans générer de défauts dus à l'air emprisonné) que les autres intercalaires en utilisant les procédés sans autoclave qui combine généralement la technologie du sac à vide et un cycle thermique dans un four.

Du fait du nombre et du type très élevés de lignes sans autoclave maintenant disponibles, il est impossible de spécifier les conditions adéquates pour chacune d'elles dans ce dossier. Il convient dans ce cas de contacter les spécialistes de Kuraray pour assistance afin d'optimiser les paramètres de réglages.

Les critères généraux (température de maintien, vitesse de refroidissement...) doivent également être respectés et les fours doivent être équipés d'un dispositif de contrôle des températures.

4.3 Mise en œuvre

Les prescriptions de la norme NF DTU 39 devront être respectées dans le cas de mise en œuvre traditionnelle (caractéristiques de feuillures et des calages). Les feuillures seront toujours drainées.

Les modalités de calculs et de vérifications dans le cas de VEA sont définies de façon générale au paragraphe 3.3 du Dossier Technique. Elles devront cependant être visées dans les Avis Techniques afférents qui devront préciser les modalités de calculs correspondantes et les éventuelles dispositions spécifiques.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC dit « bordé », le calage doit intéresser les deux composants du vitrage feuilleté que cela soit en vitrage simple ou en vitrage isolant. Compte tenu de l'épaisseur minimale du joint d'étanchéité de 3 mm dans le cas de mise en œuvre de vitrage feuilleté SentryGlas® seuls ou bien en tant que composant du vitrage extérieur isolant, le composant verrier extérieur devra avoir une épaisseur minimale de 6 mm. Les longueurs des cales déterminées selon la norme NF DTU 39 seront multipliées par deux.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC dit « non bordé », le calage doit intéresser l'épaisseur totale des composants du vitrage feuilleté SentryGlas® que cela soit en vitrage simple ou en vitrage isolant. Les longueurs des cales seront déterminées par application de la norme NF DTU 39.

Que cela soit une mise en œuvre traditionnelle ou en VEC, la compatibilité des produits constituant les cales, les calfeutrements d'étanchéité ou autres matériaux en contact avec l'intercalaire des vitrages feuilletés devra être prouvée

A cet effet, il sera réalisé deux types d'essais. Ils consistent à mettre en contact intime le matériau testé avec le bord du vitrage feuilleté SentryGlas. Les modalités sont celles correspondantes à l'annexe C du cahier du CSTB N° 3488_V2.

Il pourra être également utilisé les méthodes préconisées dans l'annexe A3 de la norme NF DTU 39 P 1-2 dans le cas de mise en œuvre traditionnelle.

Dans le cas de VEC :

- Le mastic utilisé pour le collage sur la structure devra bénéficier d'une attestation de conformité « Marque SNJF » pour VEC en cours de validité,
- Les dispositions prévues dans le cahier du CSTB N° 3488_V2 « Vitrages Extérieurs Collés Cahier des prescriptions techniques » devront être appliqués.

Dans le cas de vitrages feuilletés bombés SentryGlas®, les dispositions de conception (géométrie, tolérance, détermination des épaisseurs...) de fabrication et de mise en œuvre devront faire l'objet d'une évaluation spécifique.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® peuvent être utilisés pour la constitution d'ouvrages devant répondre à des exigences de sécurité aussi

bien au regard de la chute des personnes, des heurts, que de l'utilisation en verrière ou en toiture (pour se prémunir du risque de blessures susceptibles d'être provoquées par la chute éventuelle de morceaux de verre), si la température en œuvre maximale du vitrage feuilleté seul n'est pas supérieure à 80°C.

Dans le cas de vitrages isolants, les températures maximales en œuvre ne doivent pas dépasser celles définies dans le cahier du CSTB N°3242 et ceci au niveau des joints de scellement.

Comme tout vitrage feuilleté de sécurité les vitrages feuilletés SentryGlas® pourront être utilisés pour réaliser des planchers en verre, des escaliers en verre ou bien des garde-corps non traditionnels en utilisant les règles de conception et d'application correspondantes.

4.4 Marquage

4.4.1 Marquage des intercalaires SentryGlas®

Chaque rouleau ou paquet de feuilles de SentryGlas® comporte un marquage indiquant :

- le type d'intercalaire, à savoir SentryGlas SG-5000 ou SGR-5000,
- la mention CLEAR,
- l'épaisseur du film,
- la longueur du film,
- la largeur du film,
- un code produit,
- le numéro de commande,
- le numéro de lot,
- la date de production ou la date de péremption.

Le numéro de lot est unique pour chaque rouleau ou paquet de feuilles de SentryGlas®. Il est composé de 8 à 10 caractères permettant de tracer la date de production et la ligne de production, et commençant par les lettres :

FT (intercalaires en plaques).

- HT (intercalaires en plaques redécoupés et reconditionnés « cut to size », « cut to fit » ou « cut to form »).
- Q ou DN (intercalaires en rouleaux).

4.4.2 Marquage des vitrages feuilletés SentryGlas®

Les vitrages feuilletés SentryGlas® comportent un marquage qui est la responsabilité du fabricant mais devra en tous cas permettre d'identifier le type d'intercalaire (SentryGlas®).

4.5 Conditionnements

Les intercalaires SentryGlas® visés dans ce Document Technique d'Application sont conditionnés en plaques ou en rouleaux.

Les plaques sont emballées dans un film multicouche étanche et déposées sur des palettes en bois. Les rouleaux sont emballés de la même manière que les plaques à savoir avec un emballage étanche et scellé.

4.6 Contrôles

4.6.1 Contrôle sur les films intercalaires SentryGlas® réalisés par Kuraray

Les contrôles réalisés par Kuraray sur les plaques et les rouleaux SentryGlas sont récapitulés dans l'annexe 1.

Un lot de production/fabrication correspond à 1500 Kg et qui est le poids maximum d'une palette avec un numéro de lot spécifique. Un lot de production/fabrication peut correspondre à plusieurs numéros de lots (palettes).

Le SentryGlas® extrudé est directement transformé en :

- feuille de dimensions standards,
- feuille de dimensions commandées (« cut to size » « cut to fit » ou « cut to form »).

Tous ces produits correspondent à un lot de production.

Il peut donc y avoir une découpe subséquente pour obtenir des feuilles de dimensions fixes (« cut to fit » et « cut to form »). Dans ce cas, un nouveau lot de fabrication sera donné aux feuilles découpées.

Dans le cas de feuilles de dimensions standard, ou feuilles de dimensions commandées « cut to size », les tolérances sont relativement élevées. Elles sont basées sur le fait que le transformateur devra faire une découpe de feuilles pour les ramener aux dimensions du verre.

Chaque palette a un numéro de lot différent. Ainsi un certificat de qualité est attaché à chaque palette.

4.6.2 Contrôles de réception faits par le fabricant de vitrage feuilleté.

Le fabricant réalise un contrôle visuel de chaque livraison d'intercalaire SentryGlas® pour s'assurer que l'emballage étanche est intact à la réception ainsi que sur les composants verriers.

Ils sont récapitulés dans le tableau donné en annexe 2.

4.6.3 Contrôles de fabrication faits par le fabricant de vitrage feuilleté.

Ils sont récapitulés dans le tableau donné en annexe 3.

Les paramètres de lamination doivent être définis d'avance pour chaque type de vitrage feuilletés SentryGlas®. Ci-dessous une liste des paramètres à définir et qui doivent être contrôlés avant le début d'une nouvelle production :

Système à calandre :

- Réglages des éléments de chauffage,
- Vitesse du convoyeur,
- Ouverture de la calandre,
- Température du verre à la sortie de la calandre.

Système sac à vide :

- Temps de maintien du vide à froid.

Autoclave :

- Profil température et pression,
- Positionnement et espacement du vitrage,
- Niveau du vide en cas de sac à vide.

Système sans autoclave :

- Temps du maintien du vide à froid,
- Profil température et pression dans le four.

4.6.4 Contrôles sur produits finis

Ils sont récapitulés dans le tableau donné en annexe 4.

De plus la société Kuraray demande des producteurs « qualifié SentryGlas® » de fournir tous les six mois des échantillons de contrôle au laboratoire Kuraray pour contrôler que le niveau de qualité est constant et suffisant. Les essais effectués sont l'adhésion, l'humidité et la qualité optique.

B. Résultats expérimentaux

B1. Essais de caractérisation par ATG et spectre IR sur échantillon de SentryGlas® (Rapport d'essais CSTB référencé CPM 12/260-36915).

B2. Essais dits à haute température, le paragraphe 5.3.2 de la norme NF EN ISO 12543 d'octobre 2011 (16 heures à 100°C) et essais réalisés avec immersion dans l'eau sur éprouvettes 300 mm x 300 mm de composition 4/0,89/4 (Rapport d'essai CSTB BV12-342).

B3. Essais dits test d'humidité avec condensation sur vitrage SentryGlas® 100 mm x 300 mm, 3/0,89/3 réalisés par TÜVRheinland selon NF EN ISO 12543-4 (rapport 10554 R-10.23656 paragraphe 2.2).

B4. Essais de rayonnement selon norme NF EN ISO 12543-4 (2000 h avec UV) sur éprouvettes SENTRYGLAS 300 mm x 300 mm, 3/1,52/3 (rapport d'essais TNO référencé : TQS-RAP-07-3054 : gge de 2007).

B5. Essais de chocs selon EN 12600 sur vitrage 3/0,89/3 avec intercalaire SentryGlas® Plus de 0,89 mm (Rapport d'essais TNO TQS-RAP-07-2383/idl : classement 1B1)

B6. Essais de chocs selon EN 356 sur plusieurs compositions de vitrage (Rapport d'essais TNO TDP/DMP-RPT-03-219 et TDP/DMP-RPT-03-220).

B7. Essais de chocs selon EN 12600 sur vitrage 3/1,52/4 avec intercalaire SentryGlas® de 1,52 mm (Rapport d'essai TNO DMP-RPT-0270).

B8. Essais de caractérisation spectrophotométrique sur vitrage feuilleté SentryGlas® 4/1,52/4, témoin et après vieillissement artificiel dans un dégradeur UV pendant 1000 H, 2000 H, 3000 H et 4000 H (Rapport d'essai CSTB BV05-244).

B9. Essais de caractérisation mécanique sur vitrage feuilleté SentryGlas® 4/1,52/4 témoin et après vieillissement artificiel dans un dégradeur UV pendant 1000 H, 2000 H, 3000 H et 4000 H (Rapport d'essais CSTB BV05-256).

B10. Rapport d'essai du CSTC référence DE 611XB231 SC 1012 relatif à la détermination de ω à 20°C, 30°C, 40°C, 50°C et 60°C.

B11. Rapport des essais de vieillissement artificiel réalisés par le Dibt (Cf. mail du 12 octobre 2011).

B12. Rapport d'essais du CABR (China Academy of Building Research).

B13. Rapport d'essais JBC0089/01 de John Colvin relatif à des tests sur garde-corps en vitrage monolithique, feuilleté PVB et SentryGlas®.

B14. Rapport d'essais dit « Bake test » sur vitrages feuilletés SentryGlas® 300 x 300 mm, 4/2,28/4 exposé à 100°C pendant 16 heures, 1 heure à 110°C, 1 heure à 120°C, 1 heure à 130°C et 1 heure à 140°C (Rapport d'essais BV12-343).

B15. Rapport d'essais selon EN 356 sur vitrage 3/0.89/3 réalisés par TÜVRheinland (rapport12421 r-89202556) : classement P1A.

B15. Rapport d'essais avec mesure spectrophotométrique sur vitrage SentryGlas® témoin et sur vitrage ayant été exposé pendant 1000 heures à 85°C – 4/2,28/4 (rapport d'essais BV12-630).

B16. Rapport d'essais fait par DuPont (juillet 2012) sur des bandes de PVB de 0,76 mm et de SentryGlas® de 1 mm d'épaisseur (largeur 15 mm).

B17. Etude CSTB. Analyse des documents relatifs à la détermination des coefficients de participation de l'intercalaire SentryGlas® dans un vitrage feuilleté (Rapport DER/CLC-12-232).

B18. Essais faits par TÜVReinland Nederland BV selon rapport 1242 IR-892 02556 (essais de chocs selon la norme EN 356)

B19. Rapport BRE de classement de réaction au feu référencé 290790 d'octobre 2013 sur une composition 8/1.52/8 avec intercalaire SentryGlas®.

Classement B-s1,d0 extrapolable à des composants verriers d'épaisseur supérieure avec une épaisseur maximale d'intercalaire de 1.52 mm.

B20. Rapport MPA Dresden N°2008-B-4999/03 de février 2009 pour lequel un classement de réaction au feu avait été demandé sur la composition 3/3.04/3.

Classement E obtenu.

B21. Essais à haute température selon NF EN ISO 12543 sur vitrages feuilletés SentryGlas® avec application de primaire Qdel Adhesion Pro sur face air composition TAAT. Rapport d'essais BV15-419 (2015).

B22. Essais d'humidité avec condensation selon NF EN ISO 12543 sur vitrages feuilletés SentryGlas® avec application de primaire Qdel Adhesion Pro sur face air composition TAAT. Rapport d'essais BV15-420 (2015).

B23. Essais de rayonnement de 2000 heures selon EN 12543-4 sur vitrages feuilletés SentryGlas® avec primaire sur la face air. Rapport d'essais N° 41 0007306 du MPA Dortmund (2015).

B24. Essais de chocs selon EN 12600 sur vitrage 3/0,76/3 avec intercalaire SentryGlas® de 0,76 mm (Rapport d'essais MPA Darmstadt B 15 1636.2⁵). Classement 2B2.

C. Références

C.1 Données environnementales et sanitaires ⁽¹⁾

Les intercalaires SentryGlas® ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Ils ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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.

C.2 Autres références

La production d'intercalaires SentryGlas® SG 5000 et SGR 5000 et de vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas® SG 5000 et avec intercalaires SentryGlas® SGR 5000 est confidentielle.

Les premières réalisations remontent à l'année 2000 pour ce qui concerne les Etats Unis, 2002 pour ce qui concerne l'Europe et 2005 pour ce qui concerne la France.

⁽¹⁾ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

ANNEXE 1

Contrôles réalisés par KURARAY sur les films intercalaires SentryGlas			
Type de contrôle	Tolérances	Méthode	Fréquence
Taux d'humidité	< 0,15 %	Karl Fisher	Toutes les 12 heures et au début et à la fin de chaque commande
Indice de jaune	< 1,5 (e ≤ 2,28 mm)	Equipement laboratoire	dito taux d'humidité
Turbidité (trouble ou haze)	< 1,5	Equipement laboratoire	dito taux d'humidité
Transmission lumineuse	minimum 88 %	Equipement laboratoire	dito taux d'humidité
Transmission UV	< 2 %	Equipement laboratoire	dito taux d'humidité
Test PUMMEL	≥ 6	Equipement spécifique	1 fois par 24 heures
Valeur moyenne épaisseur et amplitude de variation d'épaisseur	0,89 mm ± 0,05 mm 1,52 mm ± 0,1 mm 2,28 mm ± 0,1 mm	Equipement en ligne	Contrôle continu
Dimensions des plaques	Standard - 0 + 25 mm Cut to size - 0 + 25 mm Cut to fit - 0 + 4 mm Cut to form - 0 + 4 mm	mètre	une fois par commande et/ou lot de production
Défauts visuels contamination	selon specification	Camera en ligne	Contrôle continu

ANNEXE 2

Contrôles de réception sur matières premières (plaques ou rouleaux SentryGlas®)						
Produits ou éléments contrôlés	Élément ou type de vérification	Méthode Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
Produits verriers recuits, durcis ou trempés	Marquage CE Identification	Présence marquage CE et identification		X	A chaque lot/rack	oui
Géométrie et planéité des vitrages durcis et trempés	Conformité à la commande	Spécifications centre	X		Par livraison un échantillon par épaisseur	oui
Intercalaire Sentry Glas SG-5000 ou SGR-5000	Emballage Protection identification – N° de lot	Aucune détérioration et présence informations		X	A chaque lot	oui
Intercalaire Sentry Glas SG-5000 ou SGR-5000	Certificat de conformité correspondant au n° de lot	Présence		X	A chaque lot	archivage

ANNEXE 3

Contrôles en cours de fabrication						
Produits ou éléments contrôlés	Élément ou type de vérification	Méthode Critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
Salle stockage	Humidité pour emballages refermés	Selon dossier technique	X		1 fois/poste	oui
Eau de rinçage	Qualité	Conductivité $\leq 20 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	X		1 fois/poste	oui
Repérage face étain des produits verriers	Position face étain	Systématiquement côté SentryGlas ou utilisation d'un primaire		X	consigne permanente	non
Salle assemblage	Humidité relative	Maximum 30%	X		2 fois par poste ou continu	oui
Procédé de dégazage par calandrage : Application des spécifications/ programmes de calandrage selon composition vitrage	Vitesse, température, ouverture calandre	Paramètres de production établis par le transformateur basés sur l'apparence optique du pré-feuilleté et du feuilleté, et sur les résultats des tests standards (haute température et pummel) Valeur indicative : - Ouverture des rouleaux : 3 mm de moins que l'épaisseur totale du laminé		X	consigne permanente	non
Procédé de dégazage par calandrage : Vérification température vitrage feuilleté à la sortie du dernier rouleau de calandrage	Température	Paramètres de production établis par le transformateur basés sur l'apparence optique du pré-feuilleté et du feuilleté, et sur les résultats des tests standards (haute température et pummel) Valeur indicative : $63 \pm 8^\circ\text{C}$	X		permanente	oui 1 fois par poste
Procédé de dégazage par calandrage : Vitrages feuilletés après calandrage	Aspect	Selon conception four utilisé : IR : bord scellé sur environ 2 cm / intérieur translucide Convection : aspect homogène et presque transparent		X	permanente	non
Procédé de dégazage sous vide (« à froid »)	Temps de maintien du vide, Dépression	- temps de maintien du vide à froid d'au moins 10 minutes. - valeur de dépression indicative de 0,8 bar à 0,9 bar				
Dispositions dans autoclave et avant traitement	Dispositions générales vitrages, distance entre vitrages	Espace minimum de 19 mm entre vitrages	X		consigne permanente	non
Autoclavage (température pression, durées...)	Application du programme suivant la composition des vitrages feuilletés	Cycles d'autoclave établis par le transformateur, basés sur l'apparence optique du feuilleté, et sur les résultats des tests standards (essai haute température et essai pummel), et fonction de la conception de l'autoclave et de la composition du vitrage. Valeurs indicatives : Température 130°C à 135°C Pression 12 à 14 bars Maintien en température : 60 min mini	X	X	A chaque autoclavage	oui (programme appliqué)
Autoclavage refroidissement	Vitesse de refroidissement	Valeur cible de $2,2^\circ\text{C}/\text{min}$. Seule la mesure de la turbidité permet de garantir un refroidissement satisfaisant. Kuraray assure lors de son programme d'évaluation et de suivi client la mesure de la turbidité	X		A chaque autoclavage	oui (programme appliqué avec vérification vitesse refroidissement)

Nota 1 : Dans le cas de système avec sac à vide avec dégazage effectué à chaud, les paramètres sont à déterminer selon l'aspect du vitrage feuilleté après ce traitement (programme à déterminer par essais préalables).

Dans le cas de système sans calandrage, ni autoclave (sac à vide, four avec température uniquement), du fait du nombre et du type très élevés de lignes sans autoclave, il est impossible de spécifier les conditions adéquates pour chacune d'elles dans ce dossier. Il convient dans ce cas de contacter les spécialistes de Kuraray pour assistance afin d'optimiser les paramètres de réglages..

Dans tous les cas, les équipements permettant de réaliser le vide devront être vérifiés à chaque opération à l'aide de manomètres.

Nota 2 : De façon permanente, il sera vérifié la siccité et la propreté des verres avant assemblage, la qualité de coupe, état des bords et façonnage, la conformité de la position des couches le cas échéant (pas en contact avec le Sentry Glas et couche). Par ailleurs les couches étain doivent être côté intercalaire SentryGlas sauf dans le cas d'utilisation d'un primaire où l'intercalaire SentryGlas peut être en contact avec la face air (sur laquelle le primaire aura été appliqué au préalable).

ANNEXE 4

Contrôles sur produits finis						
Produits ou éléments contrôlés	Élément ou type de vérification	Méthode critères d'acceptation	M (mesure)	V (visuel)	Fréquence	Enregistrement
Mesures fixes	Dimensions et décalage	EN ISO 12543-5	X		1 volume par cycle	oui
Vitrage fini	Défauts linéaires et ponctuels et qualité opaque	EN ISO 12543-6		X	1 volume par cycle	oui
Vitrage fini	Façonnage des bords le cas échéant	EN ISO 12543-6		X	1 volume par cycle	oui
Vitrage fini	Adhérence intercalaire/vitrage par « Pummel » à température ambiante	4 minimum		X	3 échantillons par semaine	oui
Vitrage fini	Tenue à haute température (16 H à 100°C en étuve ou dans eau bouillante)	EN ISO 12543-4 Pas de bulles hors zone de 15 mm d'un bord d'origine ou de 20 mm d'un bord coupé		X	1 échantillon par jour et par ligne	oui
Vitrage fini	Tenue à l'humidité avec condensation	EN ISO 12543-4 Pas de bulles hors zone de 15 mm d'un bord d'origine ou des 20 mm d'un bord coupé		X	1 fois par quinzaine sur 3 échantillons prélevés sur des productions différentes	oui
Contrôles complémentaires dans le cas d'intercalaires SentryGlas réemballés hermétiquement : à réaliser sur échantillons pris sur la première spire (bord droit, bord gauche et au centre) dans le cas de rouleaux, et sur échantillons pris sur la plaque supérieure (quatre angles) dans le cas de plaques.						
Vitrage fini	Adhérence intercalaire/vitrage par « Pummel » à température ambiante	4 minimum		X	3 échantillons (rouleau) ou 4 échantillons (plaques) avant toute réutilisation de l'intercalaire	oui
Vitrage fini	Tenue à haute température (16 H à 100°C en étuve ou dans eau bouillante)	EN ISO 12543-4 Pas de bulles hors zone de 15 mm d'un bord d'origine ou de 20 mm d'un bord coupé		X	3 échantillons (rouleau) ou 4 échantillons (plaques) avant toute réutilisation de l'intercalaire	oui