

Valide du **03 février 2025**

au **31 janvier 2028**

Sur le procédé

## SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

**Famille de produit/Procédé :** Vitrage feuilleté

**Titulaire :** Société KURARAY EUROPE GMBH

### 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
V4	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/15-2253_V3. Présentée lors de la réunion du GS6 du 28 juin 2023, elle intègre les modifications suivantes : Introduction de références de verres à couche pouvant être utilisés en contact avec un intercalaire SentryGlas® Xtra™. Modifications dans le paragraphe 2.3.2 du dossier technique.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN
V5	Cette version annule et remplace le Document Technique d'Application 6/15-2253_V4. Présentée lors de la réunion du GS6 du 9 octobre 2024, elle intègre les modifications suivantes : - Précisions relatives aux procédures de contrôle (Annexes 1 et 3).	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

### Descripteur :

Les vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas®, référencés sous le nom SG5000 ou SGR5000 et désignés dans la suite du document « vitrages feuilletés SentryGlas® » et les vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas® Xtra™, référencés sous le nom SGR6000 et désignés dans la suite du document « vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ » 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, 1.52mm et 2.28 mm pour le SentryGlas®, et en épaisseur 0,76mm et 0,89mm pour le SentryGlas® Xtra™. Il est possible de superposer les intercalaires SentryGlas® entre eux ou de superposer les intercalaires SentryGlas® Xtra™ entre eux dans un vitrage pour obtenir des performances spécifiques.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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), et pour augmenter la résistance mécanique notamment au regard des charges auxquelles ils sont soumis, 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.

La température maximale d'utilisation du vitrage feuilleté est de 80°C pour le SentryGlas® et de 75°C pour le SentryGlas® Xtra™. Cependant, dans le cas de vitrages isolants, il convient de prendre en compte également les températures maximales au niveau des joints de scellement, qui ne doivent pas dépasser celles définies dans le cahier du CSTB N°3242.

## 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 .....	5
1.2.3.	Impacts environnementaux .....	5
1.2.4.	Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre.....	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation .....	7
2.1.1.	Coordonnées .....	7
2.1.2.	Mise sur le marché .....	7
2.1.3.	Identification .....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception .....	9
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	9
2.3.2.	Vérifications et calcul de l'épaisseur des vitrages.....	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre .....	13
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	13
2.6.	Traitement en fin de vie .....	13
2.7.	Assistance technique .....	13
2.8.	Principes de fabrication et de contrôles .....	14
2.8.1.	Fabrication des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ .....	14
2.8.2.	Fabrication des vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™.....	14
2.8.3.	Conditionnements .....	17
2.8.4.	Marquage .....	17
2.8.5.	Contrôles sur les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™, réalisés par KURARAY.....	17
2.8.6.	Contrôles lors de la fabrication des vitrages feuilletés intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ .....	17
2.8.7.	Contrôles de fabrication réalisés par le fabricant de vitrage feuilleté. ....	17
2.8.8.	Contrôles sur produits finis réalisés par le fabricant de vitrage feuilleté. ....	18
2.9.	Mention des justificatifs .....	18
2.9.1.	Résultats expérimentaux .....	18
2.9.2.	Références chantiers.....	19
2.10.	Annexes du Dossier Technique.....	20

# 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 feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ sont des vitrages feuilletés réalisés à partir de verre silicate sodocalciques 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 (VEC).
- 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.

Les dispositions relatives aux modalités de calculs et de vérifications sont précisées au paragraphe 2.3.2 du dossier technique.

Les modalités de calculs et de vérifications dans le cas de VEA sont définies de façon générale au paragraphe 2.3.2 du dossier technique. Elles devront cependant être visées dans les Avis Techniques afférents qui devront préciser les éventuelles dispositions spécifiques.

La fabrication de vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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 vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ doivent être utilisés dans des configurations où la température est inférieure à la température maximale spécifiée au paragraphe 2.4 du dossier technique, c'est-à-dire 80°C dans le cas de l'intercalaire SentryGlas® et 75°C dans le cas de l'intercalaire SentryGlas® Xtra™. 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.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® inclus dans le périmètre du DTA sont réalisés :

- A partir de composants verriers ne comportant pas de couche, sérigraphie ou émaillage côté intercalaire SentryGlas®.
- 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.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ inclus dans le périmètre du DTA sont réalisés :

- A partir de composants verriers ne comportant pas de couche, sérigraphie ou émaillage côté intercalaire SentryGlas® Xtra™, à l'exception des couches listées dans le tableau 1, qui peuvent être utilisées en contact avec l'intercalaire SentryGlas® Xtra™.
- Avec les faces côtés intercalaire SentryGlas® Xtra™ correspondant à la face étain ou air du float.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ pourront être utilisés pour réaliser des planchers en verre, des escaliers en verre ou bien des garde-corps en utilisant les règles de conception et d'application correspondantes, et moyennant une évaluation complémentaire dans le cas de solutions non traditionnelles.

---

## 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

Les intercalaires SentryGlas et SentryGlas® Xtra™ 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).

1.2.1.2. Stabilité – Sécurité sous poids propre et sous charges climatiques

Les dispositions et méthodes de calculs prévues au paragraphe 2.3.2 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 intervenante, 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 traversantes et flexion 4 points). Ces dispositions sont également applicables pour chaque changement de version de logiciel.

### 1.2.1.3. Sécurité aux chutes de personnes et aux heurts

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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 pour se prémunir du risque de blessures susceptibles d'être provoquées par la chute éventuelle de morceaux de verre, dans la mesure où les dispositions du FD DTU 39 P5 sont respectées et que la température du vitrage feuilleté est conforme au paragraphe 2.4 du dossier technique.

Tout fabricant de vitrage feuilleté SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ devra réaliser les essais de chocs suivant la norme européenne NF EN 12600.

### 1.2.1.4. Sécurité au regard de l'utilisation en verrière ou toiture

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® XTRA™ seuls peuvent être utilisés en verrière ou en toiture en tant que produits de sécurité à la condition que la température maximale en œuvre (vitrage feuilleté seul) ne dépasse pas la température spécifiée au paragraphe 2.4 du dossier technique.

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).

### 1.2.1.5. Sécurité incendie

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

Pour le calcul de la masse combustible mobilisable, il faut multiplier le PCS massique (40.54 MJ/Kg pour l'intercalaire SentryGlas® et 39,8 MJ/Kg pour l'intercalaire SentryGlas® Xtra™) par la masse au m<sup>2</sup> (en Kg/m<sup>2</sup>) de l'intercalaire ou des intercalaires.

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

### 1.2.1.6. 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.

### 1.2.1.7. Isolation thermique

La méthode de détermination des coefficients Ug de transmission thermique des vitrages feuilletés SentryGlas et SentryGlas Xtra™ doit être conforme à la norme EN 673. en prenant en compte pour les intercalaires SentryGlas et SentryGlas® Xtra™ un coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  égal à 0,26 W/m.K pour l'intercalaire SentryGlas® et 0.25 pour l'intercalaire W/m.K SentryGlas® Xtra™.

## 1.2.2. Durabilité

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ sont réalisés à partir d'intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™. Les premières utilisations avec SentryGlas® datent de 2000 aux Etats-Unis ; les premières utilisations en France datent de 2005 ; elles ont montré un comportement satisfaisant.

Le risque de délaminage des composants verriers apparaît par ailleurs faible dans la mesure où les contrôles réalisés (intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® XTRA™ et vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™) donnent des résultats satisfaisants et où les prescriptions de mise en œuvre afférentes sont respectées à savoir en particulier, pour le cas de l'intercalaire SentryGlas®, face étain côté intercalaire ou utilisation de primaire.

## 1.2.3. Impacts environnementaux

Les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ ne disposent pas d'une déclaration environnementale (DE) enregistrée dans la base INIES 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.

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

Ces conditions sont précisées dans le dossier technique.

La Société Kuraray est tenue d'exercer sur la fabrication des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® et SentryGlas® Xtra™ 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. 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® et SentryGlas® Xtra™.

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 disponible sur le site internet Batipédia (après sélection du présent DTA sur le site Batipédia, la liste est téléchargeable à partir du lien complémentaire s'affichant sur ladite page internet : Cf. [www.batipedia.fr](http://www.batipedia.fr)).

Il est à noter que tout fabricant de vitrage feuilleté SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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.

---

### **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

Le Groupe Spécialisé N° 6 a noté que la température maximale en œuvre est de 80°C dans le cas des vitrages feuilletés SentryGlas®, et de 75°C dans le cas des vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™.

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, et de l'intercalaire SentryGlas® Xtra™ indifféremment côté face étain ou face air des composants verriers.

Les modalités de calculs et vérifications sont précisées au paragraphe 2.3.2 du dossier technique. Les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ ayant des performances mécaniques différentes, les paramètres de calcul sont spécifiques à chaque intercalaire.

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

Les sites transformateurs fabriquant des vitrages avec intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ sont répertoriés sur une liste mise à jour régulièrement et directement accessible à partir du site internet Batipédia (après sélection du présent DTA sur le site Batipédia,, la liste des sites concernés est téléchargeable à partir du lien complémentaire s'affichant sur ladite page internet: Cf. [www.batipedia.fr](http://www.batipedia.fr) ).

## 2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

---

### 2.1. Mode de commercialisation

#### 2.1.1. Coordonnées

Les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ sont commercialisés par le titulaire.

Kuraray Europe GmbH  
 Philipp-Reis-Str.4  
 Room O2.Q1.08  
 65795 Hattersheim  
 Allemagne  
 Tel : +49 2241 2555226  
 Mail : trosifol@kuraray.com

#### 2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011 article 4.1, les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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 14449.

#### 2.1.3. Identification

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

---

### 2.2. Description

#### 2.2.1. Principe

Les vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas®, référencés sous le nom SG5000 ou SGR5000 et désignés dans la suite du document « vitrages feuilletés SentryGlas® » et les vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas® Xtra™, référencés sous le nom SGR6000 et désignés dans la suite du document « vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ » 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, 1,52mm et 2,28 mm pour le SentryGlas®, et en épaisseur 0,76mm et 0,89mm pour le SentryGlas® Xtra™. Il est possible de superposer les intercalaires SentryGlas® entre eux ou de superposer les intercalaires SentryGlas® Xtra™ entre eux dans un vitrage pour obtenir des performances spécifiques.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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), et pour augmenter la résistance mécanique notamment au regard des charges auxquelles ils sont soumis, 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. La température maximale du vitrage feuilleté est de 80°C pour le SentryGlas® et de 75 °C pour le SentryGlas® Xtra™. Cependant, dans le cas de vitrages isolants, il convient de prendre en compte également les températures maximales au niveau des joints de scellement, qui ne doivent pas dépasser celles définies dans le cahier du CSTB N°3242.

#### 2.2.2. Caractéristiques des composants

##### 2.2.2.1. Intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

###### 2.2.2.1.1. Intercalaires SentryGlas®

Les intercalaires SentryGlas lorsqu'ils sont en plaques sont élaborés dans l'usine de Fayetteville (Caroline du Nord, Etats Unis) et dans certains cas redécoupés dans l'usine de Holesov (République Tchèque). Lorsque les intercalaires SentryGlas® 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 SG5000 (intercalaires fournis en plaques) ou SGR5000 (intercalaires fournis en rouleaux). Ils sont indentifiables par les caractéristiques suivantes :

- masse volumique : 0.95 g/cm<sup>3</sup>,
- résistance à la traction : 34.5 Mpa (ASTM D638),
- élongation : 400% (ASTM D638),
- coefficient de Poisson : 0.49
- coefficient d'expansion thermique : 10-15 10<sup>-3</sup> cm/cm °C (ASTM D696).

La valeur de l'indice de réfraction des intercalaires SentryGlas® est de 1.497.

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 :

	<b>Dimensions minimales des plaques standards (tolérances -0 + 2,5 cm)</b>	<b>Dimensions maximales des plaques standards (tolérances -0 + 2,5 cm)</b>
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 Design » 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, en largeur jusqu'à 330 cm, et en longueur jusqu'à 250 mètres (0,76 mm) ou 200 m (0,89 mm). Les différentes épaisseurs 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®.

#### **2.2.2.1.2. Intercalaires SentryGlas Xtra™**

Les intercalaires SentryGlas® Xtra™ sont élaborés sous forme de rouleaux dans l'usine de Holesov (République Tchèque).

La référence des intercalaires SentryGlas® Xtra™ visés dans le cadre de ce Document Technique d'Application est SGR6000 (intercalaires fournis en rouleaux). Ils sont indentifiables par les caractéristiques suivantes :

- masse volumique : 0.95 g/cm<sup>3</sup>,
- résistance à la traction : 43,5 MPa (ASTM D638),
- élongation : 320% (ASTM D638),
- coefficient de Poisson : 0.49,
- coefficient d'expansion thermique : 10. 10<sup>-5</sup> mm/mm/°C (ASTM D696).

La valeur de l'indice de réfraction des intercalaires SentryGlas Xtra™ est de 1.499.

Les intercalaires SentryGlas® Xtra™ visés dans ce Document Technique d'Application sont conditionnés en rouleaux (épaisseur 0.76 mm ou 0.89 mm).

Les rouleaux sont emballés dans un film multicouche étanche et disposées sur des palettes en bois.

Dans le cas de rouleaux ceux-ci sont disponibles en épaisseur de 0,76 mm et de 0,89 mm, en largeur jusqu'à 330 cm, et en longueur jusqu'à 250 mètres (0,76 mm) ou 200 m (0,89 mm). Les différentes épaisseurs peuvent être utilisées seules ou en multiple.

Le film SentryGlas® Xtra™ 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 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® Xtra™.

#### **2.2.2.2. Produits verriers**

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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),
- vitrage à couche selon EN 1096 :

a) lorsque les couches ne sont pas situées côté intercalaire SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ et qu'elles sont aptes à recevoir les différentes sollicitations inhérentes à la fabrication des vitrages feuilletés,

b) les couches situées côté intercalaire SentryGlas® Xtra™ listées dans le tableau 1 : SunGuard® HD Silver 70, SunGuard® HD Diamond 66, SunGuard® HD Light Blue 52, SunGuard® HD Neutral 67, SunGuard® HD Silver 10, SunGuard® HD Silver 20, SunGuard® HD Silver Grey 32 et SunGuard® HD Royal Blue 20 de la gamme SunGuard® HD



de la société Guardian. Tous ces verres à couche sont produits en conformité avec la norme européenne harmonisée EN 1096-4 :2018 et font l'objet du marquage CE. Ils font aussi l'objet d'une surveillance externe indépendante de la part du BCCA (voir ATG H881),

- vitrage avec sérigraphie ou émaillage lorsque ces revêtements ne sont pas situés côté intercalaire SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™.

L'utilisation d'autres couches, ou d'émail ou de sérigraphie, côté intercalaire SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ est en dehors du domaine d'emploi.

Lorsque la durabilité d'un vitrage feuilleté n'est pas connue, comme c'est le cas lors de la présence d'un revêtement (couche en dehors de celles listées dans le tableau 1, sérigraphie ou émaillage) situé en face 2 ou 3 de vitrages SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™, il doit faire l'objet d'essais spécifiques décrits dans le cahier du CSTB 3818 (essai d'adhérence suivant l'annexe 1 et essai haute température ou de bake-test 140°C sur des vitrages possédant un motif représentatif, suivant l'annexe 2).

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. Cette clause ne s'applique pas à l'intercalaire SentryGlas Xtra™, pour lequel il ne doit pas être utilisé de primaire/promoteur d'adhérence.

## 2.3. Dispositions de conception

### 2.3.1. Compositions et dimensions

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

Les limitations des dimensions en plan sont soit celles afférentes aux composants verriers (longueur) soit celles afférentes aux intercalaires SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ (largeur).

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

La fabrication des vitrages feuilletés bombés SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ 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® ou SentryGlas® Xtra™ 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® ou SentryGlas® Xtra™ est dépendant de la performance de sécurité requise du vitrage pour une application spécifique. Il est possible de superposer les intercalaires SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ 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 « durcis ».

Les vitrages feuilletés SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ sont généralement 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 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® ou SentryGlas® XTRA™ 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.

### 2.3.2. Vérifications et calcul de l'épaisseur des vitrages

Il est prévu trois possibilités de vérifications des déformations et contraintes dans les verres, soit à partir des modules d'Young et de cisaillement E et G, soit à partir du coefficient de participation de l'intercalaire  $\omega$ , soit en application du NF DTU 39 avec des coefficients  $\varepsilon_2$  appropriés.

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 sous charges climatiques, il est dans tous les cas nécessaires de déterminer préalablement la température du ou des composants verriers feuilletés SentryGlas® en prenant en compte la composition exacte du vitrage isolant. La connaissance de cette température permet de déterminer les valeurs de E, G ou  $\omega$  à retenir pour la réalisation des calculs.

Les modalités de calculs et de vérifications dans le cas de VEA sont définies de façon générale ci-après.

Dans tous les cas, les Avis Techniques des systèmes VEA devront viser l'emploi des vitrages avec intercalaires SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ et préciser les modalités de calculs correspondantes et les éventuelles dispositions spécifiques.

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 la suite du document on appelle  $\Delta h$  la charge permanente due à la différence d'altitude entre le lieu de fabrication et le lieu d'installation du vitrage.

### 2.3.2.1. Utilisation d'une méthode de calcul 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 des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ donnés ci-après :

Type de chargement		E Module de Young (MPa) SentryGlas®		G Module de cisaillement (MPa) SentryGlas®	
Vent		150		50	
Neige	Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant	90		30	
	Composant intérieur d'un vitrage isolant	35		12	
Poids propre		0		0	
Vitrages isolants – chargements climatiques					
$\Delta h$		0		0	
Charges climatiques $\Delta T$ hiver	Composant extérieur ou Composant intérieur	60		20	
Charges climatiques $\Delta T$ été	Jusqu'à 50°C (température du composant feuilleté)	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement
		6,9	180	2,3	60
	Au-delà de 50°C (température du composant feuilleté)	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement
		0,15	15	0,05	5

Type de chargement		E Module de Young (MPa) SentryGlas® Xtra™	G Module de cisaillement (MPa) SentryGlas® Xtra™			
Vent		100	33			
Neige	Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant	90	30			
	Composant intérieur d'un vitrage isolant	35	12			
Poids propre		0	0			
Vitrages isolants – chargements climatiques						
$\Delta h$		0	0			
Charges climatiques $\Delta T$ hiver	Composant extérieur ou Composant intérieur	60	20			
Charges climatiques $\Delta T$ été	Jusqu'à 50°C (température du composant feuilleté)	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement	
		6,9	90	2,3	30	
	Au-delà de 50°C (température du composant feuilleté)	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement	Contraintes dans les verres	Efforts dans les joints de scellement	
		0,15	10	0,05	3,3	

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 la norme FD P78-468 « Verre dans la construction - Calculs des épaisseurs de vitrages - Compléments pour l'application de EN 16612 et EN 16613 » (vitrages pris en feuillure 4 côtés ou 2 côtés ou VEC).

Les contraintes maximales de calcul sont celles précisées soit dans le tableau 12 du cahier du CSTB N° 3574\_V2 (vitrages VEA), soit dans la norme FD P78-468 « Verre dans la construction - Calculs des épaisseurs de vitrages - Compléments pour l'application de EN 16612 et EN 16613 » (vitrages pris en feuillure 4 côtés ou 2 côtés ou VEC), soit dans les avis techniques relatifs aux vitrages considérés.

Pour chaque combinaison de charges, il est retenu des valeurs de E et de G correspondant aux sollicitations les plus courtes. Les flèches seront selon les cas limitées aux types d'utilisation correspondante (vitrages pris en feuillure, VEC, VEA...).

### 2.3.2.2. Calcul à partir d'une épaisseur équivalente

Il sera pris en compte les valeurs forfaitaires désignées  $\omega$  données dans le tableau suivant :

Type de chargement		SentryGlas®	
Vent		0,7	
Neige	Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant	0,5	
	Composant intérieur d'un vitrage isolant	0,4	
Poids propre		0	
		Vitrages isolants – chargements climatiques Contraintes dans les verres	Vitrages isolants – chargements climatiques Efforts dans les joints de scellement
$\Delta h$		0	
Charges climatiques $\Delta T$ hiver		0,5	Non applicable
Charges climatiques $\Delta T$ été	Jusqu'à 50°C (température du composant feuilleté)	0,1	0,9
	Au-delà de 50°C (température du composant feuilleté)	0	0,6

Type de chargement		SentryGlas® Xtra™	
Vent		0,7	
Neige	Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant	0,5	
	Composant intérieur d'un vitrage isolant	0,4	
Poids propre		0	
		Vitrages isolants – chargements climatiques Contraintes dans les verres	Vitrages isolants – chargements climatiques Efforts dans les joints de scellement
$\Delta h$		0	
Charges climatiques $\Delta T$ hiver		0,4	Non applicable
Charges climatiques $\Delta T$ été	Jusqu'à 50°C (température du composant feuilleté)	0,1	0,85
	Au-delà de 50°C (température du composant feuilleté)	0	0,5

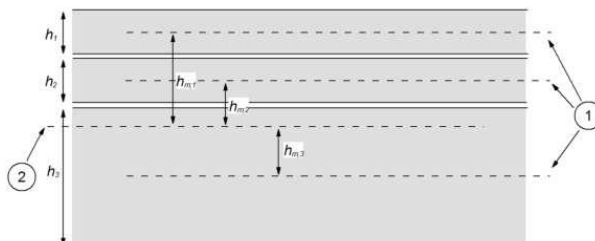
Ces valeurs de  $\omega$  correspondent aux définitions d'épaisseurs équivalentes suivantes.

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

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

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

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



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 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 la norme FD P78-468 « Verre dans la construction - Calculs des épaisseurs de vitrages - Compléments pour l'application de EN 16612 et EN 16613 » (vitrages pris en feuillure 4 côtés ou 2 côtés ou VEC).

Les contraintes maximales de calcul sont celles précisées soit dans le tableau 12 du cahier du CSTB N° 3574\_V2 (vitrages VEA), soit dans la norme FD P78-468 « Verre dans la construction - Calculs des épaisseurs de vitrages - Compléments pour l'application de EN 16612 et EN 16613 » (vitrages pris en feuillure 4 côtés ou 2 côtés ou VEC), soit dans les avis techniques relatifs aux vitrages considérés.

Pour chaque combinaison de charges, il est retenu des valeurs de  $E$  et de  $G$  correspondant aux sollicitations les plus courtes. Les flèches seront selon les cas limitées aux types d'utilisation correspondante (vitrages pris en feuillure, VEC, VEA...).

#### Calcul des contraintes et déformations dans le cas des vitrages VEA :

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

avec  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $a$  étant les valeurs définies dans les tableaux T2, T3 et T4 (Cf cahier 3574\_V2).

### 2.3.2.3. Calcul selon le 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 suivantes :

	Valeur de $\epsilon_2$
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.

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

Les feuillures 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 vitrage feuilleté SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™ 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® ou SentryGlas® Xtra™ 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 feuilleté 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® ou SentryGlas® Xtra™. 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 No 3488\_V2 « Vitrages Extérieurs Collés Cahier des prescriptions techniques » devront être appliqués.

La mise en œuvre des vitrages VEA est définie dans les avis techniques afférents.

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

La température maximale d'usage du vitrage feuilleté seul ne doit pas être supérieure à :

	Température maximale d'usage
SentryGlas®	80 °C
SentryGlas® Xtra™	75 °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.

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ pourront être utilisés pour réaliser des planchers en verre, des escaliers en verre ou bien des garde-corps en utilisant les règles de conception et d'application correspondantes, et moyennant une évaluation complémentaire dans le cas de solutions non traditionnelles.

## 2.5. Maintien en service du produit ou procédé

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

## 2.6. Traitement en fin de vie

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

## 2.7. Assistance technique

En cas de besoin d'une assistance technique, la société Kuraray Europe peut être contactée.

## 2.8. Principes de fabrication et de contrôles

### 2.8.1. Fabrication des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

Les plaques et films SentryGlas® et les films SentryGlas® Xtra™ 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.

Lorsque les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ sont en rouleaux, ils sont élaborés dans l'usine de Holesov (République Tchèque).

Les intercalaires SentryGlas® sont également disponibles en plaques, ils sont dans ce cas élaborés dans l'usine de Fayetteville (Caroline du Nord. Etats Unis) et dans certains cas redécoupés dans l'usine de Holesov (République Tchèque).

### 2.8.2. Fabrication des vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

La fabrication de vitrage feuilleté SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ doit se faire selon les recommandations de la société Kuraray, un guide à la lamination du SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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 du SentryGlas® et du SentryGlas® Xtra™, devront passer par un programme de qualification géré par la société Kuraray avant de pouvoir produire des vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

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 pour les intercalaires SentryGlas® et ATTA ou ATAT ou TAAT pour l'intercalaire SentryGlas® Xtra™, trouble/turbidité, bake test) ainsi que l'envoi d'échantillons tous les 6 mois minimum au laboratoire de Troisdorf pour un suivi de production.

A l'issue de ce programme de qualification, le transformateur bénéficie d'un certificat délivré par la société KURARAY, d'une validité d'une durée d'un an (ou inférieur), renouvelable.

Chaque centre de fabrication fait l'objet d'un suivi par le CSTB conformément au §1.2.4 de la Partie Avis et le CSTB produit une liste à jour des sites transformateurs qui souhaitent fabriquer des vitrages avec intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ disponible sur le site internet Batipédia (après sélection du présent DTA sur le site Batipédia,, la liste est téléchargeable à partir du lien complémentaire s'affichant sur ladite page internet: Cf. [www.batipedia.fr](http://www.batipedia.fr)).

#### 2.8.2.1. Stockage SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ :

Les emballages de SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ non ouverts ne nécessitent pas de stockage sous température et humidité contrôlée car, contrairement aux intercalaires PVB, les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ ne collent pas entre eux à température ambiante. Les feuilles ou les films de SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® et SentryGlas® Xtra™ 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® ou SentryGlas® Xtra™, 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 ou plusieurs échantillons avant toute réutilisation des intercalaires ainsi réemballés pour s'assurer de la bonne qualité de l'intercalaire SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™. 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.

#### 2.8.2.2. Assemblage :

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

- L'assemblage des vitrages et du SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® et SentryGlas® Xtra™ 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  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ .
- La manipulation des vitrages devra s'effectuer à l'aide de gants adaptés sans peluche.
- Si nécessaire, le découpage des films SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® et SentryGlas® Xtra™ avec des éléments ou surfaces susceptibles d'altérer leur propreté, est prohibé.
- L'assemblage des deux verres et des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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 2.8.2.4.
- L'intercalaire SentryGlas® Xtra™ peut être laminé indifféremment sur le côté étain (T) ou sur le côté air (A) du verre, c'est-à-dire de façon à obtenir une composition de type ATAT (Air/Étain/ SentryGlas® Xtra™ /Air/Étain) ou ATTA (Air/Étain/SentryGlas® Xtra™ /Étain/Air) ou TAAT (Étain/Air/ SentryGlas® Xtra™ /Air/Étain). L'utilisation d'un promoteur d'adhérence est inutile pour l'intercalaire SentryGlas® Xtra™. L'assemblage d'un vitrage feuilleté intégrant une couche listée dans le tableau 1 au contact avec l'intercalaire SentryGlas® Xtra™ doit également être réalisé sans promoteur d'adhérence.

### 2.8.2.3. Laminage

L'opération de laminage des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® et SentryGlas® Xtra™ 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.

#### 2.8.2.3.1. Système à rouleaux / calandreuse :

A 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, les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® et SentryGlas® Xtra™ 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 intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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® ou SentryGlas® Xtra™ est encore très rigide à cette température et ne 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.

#### 2.8.2.3.2. 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 2.8.2.6.

#### 2.8.2.4. Cas d'application de primaire (promoteur d'adhérence) uniquement valable pour l'intercalaire SentryGlas®

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) dans le cas de l'intercalaire SentryGlas®.

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.

Note importante : il ne doit pas être utilisé de primaire (promoteur d'adhérence) dans le cas d'un vitrage SentryGlas® Xtra™.

#### 2.8.2.5. 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® ou le SentryGlas® Xtra™.

Il convient donc de contrôler et de surveiller les paramètres de l'autoclave qui sont des éléments clés pour obtenir des feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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 SentryGlas® Plus la vitesse de refroidissement est rapide, plus la turbidité est faible. Cette vitesse de refroidissement variera en fonction de la circulation d'air dans l'autoclave, de la configuration de 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. Pour l'intercalaire SentryGlas®, une valeur cible de 2,2°C/min est indiquée.

Pour l'intercalaire SentryGlas® Xtra™, la vitesse de refroidissement est moins critique, et une vitesse de refroidissement similaire à celle utilisée pour un intercalaire PVB peut être appliquée.

Une mesure ou une inspection visuelle de la turbidité permet de s'assurer que le refroidissement est optimal (Kuraray assure lors de son programme d'évaluation et de suivi client la mesure de la turbidité).

#### 2.8.2.6. Procédé sans autoclave

Les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ sont plus faciles à laminer (sans générer de défauts dus à l'air emprisonné) que les autres intercalaires en utilisant les procédés sans autoclave qui combinent 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.

### 2.8.3. Conditionnements

Les intercalaires visés dans ce Document Technique d'Application sont conditionnés en plaques ou en rouleaux pour les intercalaires SentryGlas® et seulement en rouleau pour les intercalaires SentryGlas® Xtra™.

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.

### 2.8.4. Marquage

#### 2.8.4.1. Marquage des intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

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

- Le type d'intercalaire, à savoir SentryGlas SG-5000 ou SGR-5000, pour l'intercalaire SentryGlas®, et SentryGlas SGR-6000 pour l'intercalaire SentryGlas® Xtra™.
  - 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® ou SentryGlas® Xtra™ 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 :
- FS ou FT (intercalaires en plaques), FS désignant des plaques de dimensions standards découpées directement après la ligne d'extrusion (site de Fayetteville), et FT des plaques redécoupées sur ce site.
  - HT (intercalaires en plaques redécoupés et reconditionnés « cut to size », « cut to fit » ou "cut to form" sur le site d'Holesov).
  - Q ou DN (intercalaires en rouleaux).

#### 2.8.4.2. Marquage des vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

Les vitrages feuilletés SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ comportent un marquage qui est de la responsabilité du fabricant mais devra en tous cas permettre d'identifier le type d'intercalaire SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™.

### 2.8.5. Contrôles sur les intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™, réalisés par KURARAY

Les contrôles réalisés par Kuraray sur les plaques et les rouleaux SentryGlas® et les rouleaux SentryGlas® Xtra™ 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).

Dans le cas de la fabrication de plaques de SentryGlas®, l'intercalaire extrudé est directement transformé en :

- Plaque de dimensions standards.
- Plaque de dimensions spécifiques (« 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 plaques 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 plaques de dimensions standard, ou feuilles plaques de dimensions commandées spécifiques « 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.

### 2.8.6. Contrôles lors de la fabrication des vitrages feuilletés intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™

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

Les contrôles sont récapitulés dans le tableau donné en annexe 2.

### 2.8.7. Contrôles de fabrication réalisés 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 le vitrage feuilletés SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™. 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 :

- Profils 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.

### 2.8.8. Contrôles sur produits finis réalisés par le fabricant de vitrage feuilleté.

Ils sont récapitulés dans le tableau donné en annexe 4.

De plus la société Kuraray demande des producteurs « qualifié feuilletés SentryGlas® et/ou SentryGlas® Xtra™ » 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.

---

## 2.9. Mention des justificatifs

---

### 2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais de caractérisation par ATG et spectre IR sur échantillon de SentryGlas® (Rapport d'essais CSTB référencé CPM 12/260-36915).
- 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).
- Essais dits test d'humidité avec condensation sur vitrage SentryGlas® 100 mm x 300 mm, 3/0,89/3 réalisés par TÜVRheinland selon en NF EN ISO 12543-4 (rapport 10554 R-10.23656 paragraphe 2.2).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- 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).
- Rapport d'essai du CSTC référence DE 611XB231 SC 1012 relatif à la détermination de  $\omega$  à 20°C, 30°C, 40°C, 50°C et 60°C.
- Rapport des essais de vieillissement artificiel réalisés par le Dibt (Cf. mail du 12 octobre 2011).
- Rapport d'essais du CABR (China Academy of Building Research).
- Rapport d'essais JBC0089/01 de John Colvin relatif à des tests sur garde-corps en vitrage monolithique, feuilleté PVB et SentryGlas®.
- 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).
- Rapport d'essais selon EN 356 sur vitrage 3/0.89/3 réalisés par TÜVRheinland (rapport 12421 r-89202556) : classement P1A.
- 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).
- 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).
- 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).
- Essais faits par TÜVRheinland Nederland BV selon rapport 1242 IR-892 02556 (essais de chocs selon la norme EN 356).
- 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.
- 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.
- 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).
- 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).

- 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).
- 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 1636.2<sup>E</sup>). Classement 2B2.
- Essais de caractérisation par ATG et spectre IR sur échantillon de SentryGlas® Xtra™, rapport d'essai DBV22-11282 du CSTB.
- Essai 4000h WOM sur SentryGlas® Xtra™ avec traction perpendiculaire, rapport d'essai DBV21-04132/A et /B du CSTB.
- Essai 4000h UV sur SentryGlas® Xtra™ avec caractérisation mécanique, rapport d'essai DBV21-04138 du CSTB.
- Rapport d'essais de Bake test suivant cahier 3818 sur vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ DBV22-10763 du CSTB.
- Rapport d'essais avec mesures spectrophotométriques sur vitrage SentryGlas® Xtra™ avant et après exposition pendant 1000 heures à 85°C DBV22-10767 du CSTB.
- Essais à haute température et à haute humidité suivant EN 12543-4 sur vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™, rapport d'essai B17 1540.1E de MPA Darmstadt.
- Essais de rayonnement de 4000 heures suivant EN 12543-4 sur vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™, rapport d'essai B17 1540.3E de MPA Darmstadt.
- Essais d'élongation à température ambiante, 60°C et 75°C réalisés sur des intercalaires PVB standard et des intercalaires SentryGlas® Xtra™, rapport Elanova n°C3 104 554.0.
- Essais de chocs selon EN 12600 sur vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ 3/0,76/3, rapport d'essai B18 1273.1E de MPA Darmstadt : classement 1B1.
- Essais de chocs selon EN 356 sur vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ rapports d'essai B18 1273.2E, 3E, 4E et 5E de MPA Darmstadt : classement P1A pour composition 3/0,76/3 et P3A pour composition 4/1,52/4.
- Rapport d'essai de flexion de vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ à 0°C, 23°C, 30°C, 50°C et 80°C, rapport d'essai b-04-18-16 de Universität München.
- Analyse de l'évolution de la déformation statique en fonction de la température de garde-corps avec intercalaires PVB, SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™.
- Rapport d'étude relatif à la détermination des valeurs de E, G et  $\omega$  sur intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™, rapport DEB/R2EB-2023-019-HB/LB du CSTB.
- Essais de caractérisation mécanique sur vitrage feuilleté SentryGlas® Xtra™ 6/0,76/6 extra-clair SG\_HD Light\_Blue\_52 (#2) et 6/0,76/6 extra-clair SG\_HD Silver\_70 (#2) témoin et après vieillissement artificiel au WOM pendant 1000h, 2000h, 3000h et 4000h (Rapport d'essais CSTB DBV22-09789 et DBV-22-09791 de juillet 2023).
- Essais de rayonnement de 2000 heures suivant EN 12543-4 sur vitrages feuilletés SentryGlas® Xtra™ en contact avec les couches SunGuard® HD Light\_Blue\_52 et SunGuard® HD Silver 70 (rapports d'essai N° 2022B SEC 46047-1.2 et 2022B SEC 46047-2.2 de l'INISMA de mars 2023).
- Essais de type initial pour la classification, selon EN 1096-2 de la couche SunGuard® HD Silver 70 (rapport d'essai N° 2013B COU 19788 de l'INISMA de 2013) et de la couche SunGuard® HD Neutral 67 (rapport d'essai N°10-000852-PB01-H03-09-en-01 de décembre 2010).
- Mesures spectrophotométriques sur vitrages SentryGlas® Xtra™ 6/0,76/6 extra-clair SG\_HD Light\_Blue\_52 (#2) et 6/0,76/6 extra-clair SG\_HD Silver\_70 (#2) (rapport d'essai DBV23-21193 de juillet 2023).
- Déclaration environnementale n°EPD-KUR-20230073-CBA2-EN selon les normes EN 15804 :2012+A2 :2019+AC :2021 et EN ISO 14025 : 2011 pour les intercalaires thermoplastiques SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ du 13/03/2024 publiée par l'IBU (Institut Bauen und Umwelt e.V. à Berlin) - Validité jusqu'au 11/03/2029.

### 2.9.2. Références chantiers

La production d'intercalaires SentryGlas® SG5000 ou SGR5000, et SentryGlas® Xtra™ SGR6000, ainsi que des vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas® SG5000 ou SGR5000 et SentryGlas® Xtra™ SGR6000 est confidentielle.

Les premières réalisations avec SentryGlas® SG5000 ou SGR5000 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.

## 2.10. Annexes du Dossier Technique

**Tableau 1** : Couches autorisées au contact avec un intercalaire SentryGlas® Xtra™

Guardian - Famille 1	Guardian - Famille 2
SunGuard® HD Silver 70	SunGuard® HD Light Blue 52
SunGuard® HD Diamond 66	SunGuard® HD Neutral 67
	SunGuard® HD Silver 10
	SunGuard® HD Silver 20
	SunGuard® HD Silver Grey 32
	SunGuard® HD Royal Blue 20

**Tableau 2** : Propriétés spectrophotométriques de vitrages feuilletés Verre extérieur 6 mm SunGuard HD (tableau 1), couche en contact avec l'intercalaire / 0,76 mm SentryGlas® Xtra™ / Verre intérieur 6 mm (calculs WinSLT).

EC = « ExtraClear » = verre clair

UC = « UltraClear » = verre extra-clear

Configurations	Transmission lumineuse (Tv)	Transmission directe de l'énergie solaire (Te)	Réflexion lumineuse (Rv)	Réflexion énergétique (Re)	Facteur solaire (g)
6UC_#2_SG_HD Silver_70 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.77	0.68	0.19	0.15	0.72
6EC_#2_SG_HD Silver_70 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.77	0.65	0.19	0.14	0.69
6UC_#2_SG_HD Diamond_66 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.75	0.66	0.22	0.18	0.70
6EC_#2_SG_HD_Diamond_66 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.75	0.63	0.22	0.17	0.68
6UC_#2_SG_HD Light_Blue_52 + 0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.56	0.48	0.15	0.13	0.58
6EC_#2_SG_HD_Light_Blue_52 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.55	0.46	0.15	0.12	0.56
6EC_#2_SG_HD_Neutral_67 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.70	0.57	0.13	0.11	0.65
6EC_#2_SG_HD Silver 10 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.11	0.09	0.42	0.37	0.22
6EC_#2_SG_HD Silver 20 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.21	0.17	0.32	0.28	0.30
6EC_#2_SG_HD Silver Grey 32 +0.76_SentryGlas_Xtra +6EC	0.35	0.29	0.22	0.19	0.41
6EC_#2_SG_HD Royal Blue 20 +0.76_SentryGlas_Xtra+6EC	0.22	0.18	0.22	0.20	0.33

## ANNEXE 1

Contrôles réalisés par KURARAY sur les films intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™			
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 %	Spectrophotomètre	dito taux d'humidité
Transmission UV	< 2 % intercalaire à e ≥ 0,89 mm < 2,8 % intercalaire pour e = 0,76 mm	Spectrophotomètre (Via verre feuilleté composé de verres clairs de 2 mm)	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 spécification	Camera en ligne	Contrôle continu

## ANNEXE 2

Contrôles de réception sur matières premières (verres et plaques ou rouleaux SentryGlas® et rouleaux SentryGlas® Xtra™)						
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
Intercalaires SentryGlas SG5000 ou SGR-5000 SentryGlas® Xtra™ SGR6000	Emballage Protection identification - N° de lot	Aucune détérioration et présence informations		X	A chaque lot	oui
Intercalaires SentryGlas® SG5000 ou SGR5000 SentryGlas® Xtra™ SGR6000	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 $\leq 20 \mu\text{S.cm}^{-1}$	X		1 fois/poste	oui
Repérage face étain des produits verriers pour l'intercalaire SentryGlas®	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	SentryGlas® : espace minimum de 19 mm entre vitrages Pas de spécificité pour les intercalaires SentryGlas® Xtra™.	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 $130^\circ\text{C}$ à $135^\circ\text{C}$ 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 minimale à $2,2^\circ\text{C}/\text{min}$ pour l'intercalaire SentryGlas® : contrôle à réaliser dans l'intervalle [ $T^\circ\text{C}$ de début du refroidissement ; $80^\circ\text{C}$ ] Pas de valeur minimale concernant l'intercalaire SentryGlas® Xtra™. 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 de contact entre le SentryGlas® ou SentryGlas® Xtra™, et la couche). Par ailleurs concernant l'intercalaire SentryGlas®, les faces étain doivent être côté intercalaire SentryGlas® sauf dans le cas d'utilisation d'un primaire où l'intercalaire SentryGlas® peut alors 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 <b>température ambiante</b>	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
<b>Contrôles complémentaires dans le cas d'intercalaires SentryGlas® et SentryGlas® Xtra™ 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.</b>						
Vitrage fini	Adhérence intercalaire/vitrage par « Pummel » à <b>température ambiante</b>	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