

Valide du **22 mai 2025**

Au **31 juillet 2028**

Sur le procédé

## Saflex™ Structural DG41 XC

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

**Titulaire :** Solutia Europe B.V., une filiale d'Eastman Chemical Co

### 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     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| V2      | Cette version, présentée lors du GS6 du 12 mars 2025 n'intègre pas de modification. | Yann FAISANT | Pierre MARTIN |

### Descripteur :

Les vitrages feuilletés avec intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC, désignés dans la suite du document « vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC » sont réalisés à partir d'intercalaires en butyral de polyvinyle en épaisseur 0,76 mm. Il est possible de superposer les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC entre eux pour obtenir des performances spécifiques.

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC sont transparents et incolores après transformation lorsqu'ils sont assemblés avec des composants verriers clairs.

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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.

Les températures maximales d'utilisation des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC sont celles définies dans le cahier du CSTB N° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

Dans le cas de vitrages mis en œuvre par prise en feuillure sur deux côtés ou trois côtés, ou pour une application en plancher en verre, escalier en verre, verrière ou garde-corps non traditionnels, si la température maximale atteinte est supérieure à une valeur de 35°C, des règles spécifiques relatives aux essais de chocs de sécurité s'appliquent. Les températures maximales d'utilisation sont précisées le cas échéant dans les Avis Techniques afférents.

## 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 .....                                                             | 8  |
| 2.3.1. | Compositions et dimensions.....                                                              | 8  |
| 2.3.2. | Vérifications et calcul de l'épaisseur des vitrages.....                                     | 9  |
| 2.4.   | Dispositions de mise en œuvre .....                                                          | 11 |
| 2.5.   | Maintien en service du produit ou procédé.....                                               | 12 |
| 2.6.   | Traitement en fin de vie .....                                                               | 12 |
| 2.7.   | Assistance technique .....                                                                   | 12 |
| 2.8.   | Principes de fabrication et de contrôles .....                                               | 12 |
| 2.8.1. | Fabrication des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC.....                                | 12 |
| 2.8.2. | Fabrication des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC .....                         | 12 |
| 2.8.3. | Conditionnements .....                                                                       | 17 |
| 2.8.4. | Marquage .....                                                                               | 18 |
| 2.8.5. | Contrôles sur les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC, réalisés par SOLUTIA EUROPE..... | 18 |
| 2.8.6. | Contrôles lors de la fabrication des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC.....     | 18 |
| 2.8.7. | Contrôles de fabrication réalisés par le fabricant de vitrage feuilleté : .....              | 19 |
| 2.8.8. | Contrôles sur produits finis réalisés par le fabricant de vitrage feuilleté. ....            | 19 |
| 2.9.   | Mention des justificatifs .....                                                              | 19 |
| 2.9.1. | Résultats expérimentaux .....                                                                | 19 |
| 2.9.2. | Références chantiers.....                                                                    | 20 |
| 2.10.  | Annexes du Dossier Technique.....                                                            | 21 |

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

### 1.1.1. Zone géographique

Cet avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

### 1.1.2. Ouvrages visés

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC sont des vitrages feuilletés réalisés à partir de verre silicate sodo-calcique 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 en atelier selon les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2.
- Soit seuls, soit assemblés en tant que composant de vitrage isolant et mis en œuvre selon la technique des Vitrages Extérieurs Collés (VEC),
- Soit en cloisons (seul ou en vitrage isolant) selon le DTU 35.1.

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC peuvent également être utilisés soit seuls, soit assemblés en tant que composant de vitrage isolant et mis en œuvre selon la technique des Vitrages Extérieurs Attachés (VEA), ils devront cependant être visés dans les Avis Techniques afférents qui devront préciser les éventuelles dispositions spécifiques.

Comme tout vitrage feuilleté de sécurité, les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC pourront être utilisés pour réaliser des planchers en verre, des escaliers en verre, des verrières 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.

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC peuvent 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 suivant les températures définies dans le cahier du CSTB N° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ». Pour une application en plancher en verre, escalier en verre, verrière ou garde-corps non traditionnels, les températures maximales d'utilisation sont précisées le cas échéant dans les Avis Techniques afférents.

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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 atteinte dans le composant feuilleté est supérieure à une valeur de 35°C, et dans le cas où le maintien du vitrage n'est pas assuré par une prise en feuillure sur les quatre côtés, les dispositions du paragraphe 2.3.2.4 devront être respectées. Tout fabricant de vitrage feuilleté Saflex™ Structural DG41 XC 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.

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

La fabrication de vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC inclus dans le périmètre du DTA sont réalisés à partir de composants verriers ne comportant pas de couche, sérigraphie ou émaillage côté intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC. Il n'est par ailleurs pas prévu, dans le cadre de ce Document Technique d'Application, une utilisation des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC en combinaison avec d'autres références d'intercalaires.

Les rouleaux interfoliés en dehors de l'usine de Gand identifiés par le numéro de bobine commençant par un « Y » sont exclus de ce DTA.

## 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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 doivent être respectées.

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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 la température maximale du composant feuilleté ne dépasse pas la température définie au paragraphe 2.4. Si la température maximale du composant feuilleté est supérieure à 35°C, et dans le cas où le maintien du vitrage n'est pas réalisé avec une prise en feuillure 4 côtés, les dispositions du paragraphe 2.3.2.4 du dossier technique devront être respectées.

Des essais de choc réalisés à 60°C sur des vitrages Saflex™ Structural DG41 XC de composition 44.2 (deux verres clairs recuits de 4 mm et un intercalaire de 0,76 mm) suivant le principe de la norme EN 12600, avec une hauteur de chute de 1200 mm, ont présenté des résultats satisfaisant le paragraphe 4.a) de la norme d'essai (pas de pénétration de la sphère d'essai, et absence de chute de débris).

Tout fabricant de vitrage feuilleté Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC seuls peuvent être utilisés en verrière ou en toiture en tant que produits de sécurité si la température maximale du composant feuilleté ne dépasse pas la température définie au paragraphe 2.4. Si la température maximale du composant feuilleté est supérieure à 35°C, et dans le cas où le maintien du vitrage n'est pas réalisé avec une prise en feuillure 4 côtés, les dispositions du paragraphe 2.3.2.4 du dossier technique devront être respectées.

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 le calcul de la masse combustible mobilisable, il faut multiplier le PCS massique (31 MJ/Kg) par la masse au m<sup>2</sup> (en kg/m<sup>2</sup>) de l'intercalaire ou des intercalaires.

### 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 Saflex™ Structural DG41 XC doit être conforme à la norme EN 673. en prenant en compte pour les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC un coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  égal à 0,196 W/m.K [ASTM F5930 @ 36°C].

## 1.2.2. Durabilité

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC sont réalisés à partir d'intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC. Les premières utilisations avec Saflex™ Structural DG41 XC datent de 2015 aux Etats-Unis ; les premières utilisations en France datent de 2016 ; 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 Saflex™ Structural DG41 XC et vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC) donnent des résultats satisfaisants, et où les conditions de mise en œuvre sont respectées.

## 1.2.3. Impacts environnementaux

Les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC ne disposent pas d'une 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.

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

Ces conditions sont précisées dans le dossier technique.

La Société Solutia Europe B.V., une filiale d'Eastman Chemical Co est tenue d'exercer sur la fabrication des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC 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.

Il est à noter que tout fabricant de vitrage feuilleté Saflex™ Structural DG41 XC 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 des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC est la température définie dans le cahier du CSTB 3242 suivant la zone d'installation du vitrage VE1, VE2, VE3 ou VE4 ; dans le cas où la température maximale est supérieure à 35°C, et où le maintien du vitrage n'est pas assuré par une prise en feuillure sur les quatre côtés, des règles spécifiques relatives aux essais et au dimensionnement s'appliquent pour les vitrages devant répondre à des exigences de sécurité.

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

## 2. Dossier Technique

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

### 2.1. Mode de commercialisation

#### 2.1.1. Coordonnées

Les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC sont commercialisés par le titulaire Solutia Europe B.V., une filiale d'Eastman Chemical Co.

Adresse: Ottergemsesteenweg-Zuid 707, B-9000 Gand, Belgique

Tel : + 32 (0) 92 43 62 11

Mail : <https://www.saflex.com/content/ask-expert>

#### 2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011 article 4.1, les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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 1449.

#### 2.1.3. Identification

L'identification de l'utilisation des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC est réalisée par étiquette apposée sur les vitrages feuilletés finis.

### 2.2. Description

#### 2.2.1. Principe

Les vitrages feuilletés avec intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC et désignés dans la suite du document « vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC » sont réalisés à partir de polyvinyle butyral plastifié, en épaisseur de 0,76 mm. Il est possible de superposer les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC entre eux dans un vitrage pour obtenir des performances spécifiques. Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC sont transparents et incolores après transformation lorsqu'ils sont assemblés avec des composants verriers clairs.

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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 la température maximale spécifiée au paragraphe 2.4 du dossier technique, c'est-à-dire la température décrite dans le cahier du CSTB N° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ». 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.

Pour une application en plancher en verre, escalier en verre, verrière ou garde-corps non traditionnels, les températures maximales d'utilisation sont précisées le cas échéant dans les Avis Techniques afférents ; si la température maximale atteinte dans le composant feuilleté est supérieure à une valeur de 35°C, des règles spécifiques relatives aux essais et au dimensionnement s'appliquent, précisées au paragraphe 2.3.2.4.

#### 2.2.2. Caractéristiques des composants

##### 2.2.2.1. Intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC

La référence des intercalaires Saflex™ Structural visés dans le cadre de ce Document Technique d'Application est DG41 XC. Ils sont identifiables par les caractéristiques suivantes :

#### Physique

|                                 |              |                                       |
|---------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| - Chaleur spécifique :          | 2195 J/kg.°K | [ASTM E1269 @ 37°C]                   |
| - Masse volumique :             | 1,08 g/cm3   | [ASTM D792 @ 23°C],                   |
| - Dureté:                       | 50 Shore D   | [ASTM D2240 – cut/stacked to 12,5mm]  |
| - Temp. de transition vitreuse: | 46°C±1       | [Frequency 1Hz; Heating rate 3°C/min] |

#### Mécanique

|                               |          |                                        |
|-------------------------------|----------|----------------------------------------|
| - Elongation à la rupture :   | 196 %    | [ISO 527-3 @ 23°C / 50% RH ; 50mm/min] |
| - Résistance à la traction :  | 106 N/mm | [ASTM D624 @ 23°C / 50% RH]            |
| - 76 N/cm                     |          | [ASTM D1004 @ 23°C / 50% RH]           |
| - Coefficient de Poisson :    | 0,5      | [ASTM D638 @ 23°C / 50% RH]            |
| - Résistance au déchirement : | 33 MPa   | [ISO 527-3 @ 23°C / 50% RH ; 50mm/min] |

**Thermique**

|                                       |                             |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| - Coefficient d'expansion thermique : | 129 . 10 <sup>-6</sup> 1/°C | (ASTM E831 @ -40° to 110°C) |
| - Conductivité thermique :            | 0,196 W/m.K                 | (ASTM D5930 @ -63°C)        |
| - Emissivité                          | 0,94                        | [ASTM C1371 @ 19,5°C]       |

**Optique.**

|                      |       |             |
|----------------------|-------|-------------|
| Indice de réfraction | 1,488 | [ASTM D542] |
|----------------------|-------|-------------|

Les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC visés dans ce Document Technique d'Application sont conditionnés en rouleaux, disponibles en épaisseur de 0,76 mm, en largeur de 45 à 322 cm, et en longueur jusqu'à 250 mètres. L'épaisseur peut être utilisée seule ou en multiple.

L'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC, comme tout intercalaire PVB, aura tendance à coller sur lui-même si le produit est exposé à une température supérieure à 10 °C (50 °F), à moins que tout contact entre les couches de l'intercalaire ne soit empêché physiquement. C'est la raison pour laquelle l'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC est emballé, entreposé et livré sous la forme de rouleaux réfrigérés ou interfoliés au moyen d'une feuille de polyéthylène.

**2.2.2.2. Produits verriers**

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC visés dans ce DTA sont fabriqués avec les composants verriers sodo-calciques suivants :

- Glaces claires ou teintées de 3 mm à 25 mm d'épaisseur (NF EN 572-2).
- Glaces trempées claires ou teintées de 3 mm à 19 mm d'épaisseur (EN 12150).
- Glaces trempées claires ou teintées de 3 mm à 19 mm d'épaisseur (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 lorsque les couches ne sont pas situées côté intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC.

L'utilisation de couche, d'émaillage ou de sérigraphie côté intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC 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 (couches, sérigraphie ou émaillage) situé en face #2 ou #3 de vitrages Saflex™ Structural DG41 XC, 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).

**2.3. Dispositions de conception****2.3.1. Compositions et dimensions**

Les composants verriers de vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC (largeur).

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC sont généralement plans, mais peuvent être de forme quelconque.

La fabrication des vitrages feuilletés bombés Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC est dépendant de la performance de sécurité requise du vitrage pour une application spécifique. Il est possible de superposer les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC 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 verres traités thermiquement.

**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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 ± 0,03 mm.

Les tolérances sur planéité sont celles données au paragraphe 6 de la norme EN ISO 12543-5.

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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC 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'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 des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC donnés ci-après :

| Type de chargement                                               |                                                            | E<br>Module de Young<br>(MPa)                           |                                       | G<br>Module de cisaillement<br>(MPa) |                                       |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Vent                                                             |                                                            | 24                                                      |                                       | 8                                    |                                       |
| Vent : calcul des efforts dans le joint de scellement uniquement |                                                            | 100                                                     |                                       | 33                                   |                                       |
| Neige                                                            | Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant | 60                                                      |                                       | 20                                   |                                       |
|                                                                  | Composant intérieur d'un vitrage isolant                   | 3                                                       |                                       | 1                                    |                                       |
| Poids propre                                                     |                                                            | 0                                                       |                                       | 0                                    |                                       |
| Vitrages isolants – chargements climatiques                      |                                                            |                                                         |                                       |                                      |                                       |
| Δh                                                               |                                                            | 0                                                       |                                       | 0                                    |                                       |
| Charges climatiques<br>ΔT hiver                                  | Composant extérieur                                        | 60                                                      |                                       | 20                                   |                                       |
|                                                                  | Composant intérieur                                        | 12                                                      |                                       | 4                                    |                                       |
| Charges climatiques<br>ΔT été                                    | Jusqu'à 40°C<br>(température du composant feuilleté)       | Contraintes dans les verres                             | Efforts dans les joints de scellement | Contraintes dans les verres          | Efforts dans les joints de scellement |
|                                                                  |                                                            | 0,9                                                     | 30                                    | 0,3                                  | 10                                    |
|                                                                  |                                                            | Au-delà de 40°C<br>(Température du composant feuilleté) | 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 (VEC) en considérant également le cas du poids propre seul 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 le tableau 4 du cahier du CSTB 3488\_V2, 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 des valeurs $\omega$

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

| Type de chargement                                               |                                                            | $\omega$<br>Coefficient de participation                                   |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Vent                                                             |                                                            | 0,5                                                                        |                                                                                      |
| Vent : calcul des efforts dans le joint de scellement uniquement |                                                            | 0,7                                                                        |                                                                                      |
| Neige                                                            | Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant | 0,5                                                                        |                                                                                      |
|                                                                  | Composant intérieur d'un vitrage isolant                   | 0,2                                                                        |                                                                                      |
| Poids propre                                                     |                                                            | 0                                                                          |                                                                                      |
|                                                                  |                                                            | Vitrages isolants – chargements climatiques<br>Contraintes dans les verres | Vitrages isolants – chargements climatiques<br>Efforts dans les joints de scellement |
| $\Delta h$                                                       |                                                            | 0                                                                          |                                                                                      |
| Charges climatiques<br>$\Delta T$ hiver                          | Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant | 0,4                                                                        | Non applicable                                                                       |
|                                                                  | Composant intérieur d'un vitrage isolant                   | 0,3                                                                        |                                                                                      |
| Charges climatiques<br>$\Delta T$ été                            | Jusqu'à 40°C (température du composant feuilleté)          | 0                                                                          | 0,4                                                                                  |
|                                                                  | Au-delà de 40°C (température du composant feuilleté)       | 0                                                                          | 0                                                                                    |

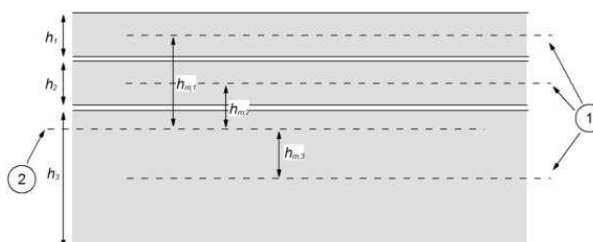
Ces valeurs de  $\omega$  correspondent aux définitions d'épaisseurs équivalentes suivantes.

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

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

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

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



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.
- $h_{m,k}$   $h_{m,j}$  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 le paragraphe 2.3 du cahier du CSTB 3488\_V2 (VEC) en considérant également le cas du poids propre seul 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 le tableau 4 du cahier du CSTB 3488\_V2, 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...).

### 2.3.2.3. 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 $\varepsilon_2$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Vent (Pvent, P5, P6 selon § 6 de NF DTU 35 P4)                                                                           | 1,19                      |
| Neige Poids propre (P2 P3 P4 P7 selon § 6 de NF DTU 39 P4)<br>Vitrage simple ou composant extérieur d'un vitrage isolant | 1,19                      |
| Neige Poids propre (P2 P3 P4 P7 selon § 6 de NF DTU 39 P4)<br>Composant intérieur d'un vitrage isolant                   | 1,30                      |

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

### 2.3.2.4. Dispositions spécifiques au regard de la température maximale et des performances de sécurité

Quelle que soit la température maximale atteinte dans le composant feuilleté (dans la mesure où elle est conforme aux valeurs définies dans le paragraphe 2.4), les calculs de dimensionnement et vérification prenant en compte les charges de vent, de neige, de poids propre, et les charges climatiques d'hiver et d'été, sont réalisées suivant le paragraphe 2.3.2.

Cas des vitrages pour lesquels le maintien du vitrage n'est pas assuré par une prise en feuillure sur les quatre côtés :

Si la température maximale atteinte dans le composant feuilleté est supérieure à une valeur de 35°C, lorsque des essais de chocs doivent être réalisés sur des façades (suivant les normes NFP 08-301/08-302), sur des garde-corps (suivant le cahier 3034) ou sur des dalles de planchers et escaliers en verre (suivant le cahier 3448), ceux-ci doivent être réalisés avec deux configurations du vitrage : l'une avec du PVB standard, l'autre avec l'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC (les épaisseurs de verre étant inchangées).

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

Les dispositions de mise en œuvre des vitrages feuilletés traditionnels sont applicables, et les règles principales sont rappelées ci-dessous.

Ainsi, les feuillures seront toujours drainées (mise en œuvre traditionnelle, VEC), et 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).

Par ailleurs, dans le cas de mise en œuvre en VEC dit « bordé », le calage doit en particulier 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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™

Structural DG41 XC. 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.

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

Dans le cas de vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 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.

### **Température maximale**

La température maximale d'usage du vitrage feuilleté seul ne doit pas être supérieure à la température maximale décrite dans le cahier du CSTB N° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ».

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.

Pour une application en plancher en verre, escalier en verre, verrière ou garde-corps non traditionnels, les températures maximales d'utilisation sont précisées le cas échéant dans les Avis Techniques afférents.

Si la température maximale est supérieure à 35°C et dans le cas de vitrages non maintenus par une prise en feuillure sur quatre côtés, les vitrages devant répondre à des exigences de sécurité doivent faire l'objet d'essais spécifiques, précisés au paragraphe 2.3.2.4.

## **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.

Toutes les chutes de production pour le Saflex™ Structural DG41 XC sont collectées dans des sacs de récupération et retourner à Eastman.

## **2.7. Assistance technique**

Eastman possède un réseau mondial de représentants du service technique et de laboratoires chargés d'apporter aux fabricants de vitrages feuilletés l'assistance nécessaire en termes d'optimisation du processus, d'amélioration de la qualité et de résolution de problèmes. Ils peuvent être contactés directement ou par l'intermédiaire de votre représentant Eastman local. Eastman propose également un service gratuit d'analyse d'échantillons (LTS). Le LTS offre aux fabricants de vitrages feuilletés une évaluation indépendante de la qualité des vitrages feuilletés et peut servir à vérifier les résultats de laboratoire de contrôle qualité interne. Contactez votre représentant Eastman local, car certains détails du LTS varient légèrement dans les différentes régions du monde.

## **2.8. Principes de fabrication et de contrôles**

### **2.8.1. Fabrication des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC**

La production des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC est réalisée dans l'usine de Eastman – Solutia Europe de Gand (Belgique). Les rouleaux de Saflex™Structural DG41XC qui sont interfoliés en dehors de l'usine de Gand ne sont pas couverts par ce DTA.

### **2.8.2. Fabrication des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC**

La fabrication de vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC doit se faire selon les recommandations de la société Solutia Europe B.V., une filiale d'Eastman Chemical Co ; un guide de laminage architectural est disponible, contenant l'ensemble des informations, instructions et recommandations pour l'assemblage des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC en vitrage feuilleté.

#### **2.8.2.1. Stockage des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC:**

La manipulation et le stockage corrects des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC assurent l'uniformité des performances du produit et la bonne stabilité et la durabilité du vitrage feuilleté. L'intercalaire étant avant tout un adhésif, le rouleau de PVB aura tendance à coller sur lui-même si le produit est exposé à une température supérieure à 10 °C, à moins que tout contact entre les couches de l'intercalaire ne soit empêché physiquement. C'est la raison pour laquelle l'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC est emballé, entreposé et livré sous la forme de rouleaux réfrigérés ou interfoliés.

Dès leur arrivée, les documents de transport doivent être vérifiés avec soin et les rouleaux de Saflex™ Structural DG41 XC réfrigérés doivent être immédiatement transférés dans une zone de stockage réfrigérée ou dans un magasin réfrigéré et être maintenus à une température entre 5 et 10 °C. En outre, les magasins réfrigérés doivent être maintenus en bonne condition afin d'éviter tout contact d'eau avec l'emballage et/ou les rouleaux de Saflex™ Structural DG41 XC.

Les rouleaux interfoliés doivent être stockés à une température inférieure à 30°C. Ils peuvent toutefois être stockés pendant des périodes de courte durée, permettant par exemple une manipulation ou un transfert d'un bâtiment à un autre, à des températures pouvant aller jusqu'à 40 °C.

Les rouleaux de Saflex™ Structural DG41 XC sont fournis dans un emballage protégeant le produit des dommages physiques et mécaniques. Il y a lieu d'observer de bonnes pratiques de stockage et de manutention afin d'éviter toute déformation du rouleau ou tout écrasement, déchirure ou perforation du carton.

Le niveau adéquat de l'adhérence et la résistance à l'impact des produits finis peuvent être affectés par l'humidité de l'intercalaire. Chaque rouleau de Saflex™ Structural DG41 XC est enveloppé dans un sac barrière à l'humidité afin de maintenir son degré d'humidité initial. Il convient de préserver l'intégrité du film d'emballage durant le stockage et le transport.

Les rouleaux réfrigérés partiellement utilisés doivent être replacés dans les sacs résistant à l'humidité. Ceux-ci doivent être refermés et scellés avant d'être renvoyés dans le magasin réfrigéré. Les rouleaux interfoliés partiellement utilisés peuvent être entreposés dans un environnement propre à température ambiante et présentant un taux d'humidité contrôlée à 24-28 % HR. Ils peuvent aussi être renfermés dans les sacs étanches scellés. Dans les deux cas, on veillera à laisser une quantité suffisante de film d'interfoliage sur le rouleau afin d'envelopper complètement le rouleau.

Un stockage prolongé des rouleaux de Saflex™ Structural DG41 XC n'altère nullement les propriétés chimiques ou physiques de l'intercalaire et ne réduit pas les performances du vitrage feuilleté.

### 2.8.2.2. Assemblage :

Pour produire avec succès des verres feuilletés de haute qualité, il est impératif que le stockage et l'assemblage de l'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC se déroulent dans un environnement aussi propre que possible et avec des surfaces de verre de qualité constante.

La température de surface du verre à l'assemblage ne doit pas être trop froide afin d'obtenir un léger pré collage entre le verre et l'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC. Ce léger collage permet d'éviter tout déplacement de l'intercalaire ou du verre dû à un glissement et maintient l'intégrité de l'assemblage verre/intercalaire/verre lorsqu'il avance sur la chaîne. Des températures du verre de l'ordre de 20 – 25 °C sont généralement utilisées dans l'industrie. Une température trop basse risque de provoquer un glissement du Saflex™ Structural DG41 XC tandis qu'une température trop élevée risque de provoquer un rétrécissement de l'intercalaire lors de l'assemblage et entraîner la formation de plis ou un Saflex™ Structural DG41 XC trop court. De même, une température élevée du verre peut poser des difficultés dans le positionnement de l'intercalaire, provoquant ainsi de légers plis, et poser ensuite des problèmes de dégazage.

L'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC est conçu pour être feuilleté avec des conditions et des équipements similaires à ceux actuellement utilisés avec d'autres produits Saflex™ et Vanceva™ d'Eastman. De légères modifications du processus peuvent être nécessaires en raison de la rigidité plus élevée de la couche intermédiaire, en fonction de la conception spécifique de la ligne et des conditions utilisées.

Lors de l'assemblage, il est important de s'assurer que l'intercalaire est bien à plat sur le verre et qu'il n'y a aucun pli, ni ondulation, ni marque. Étant donné que les systèmes d'assemblage automatiques sont de plus en plus fréquents dans l'industrie, la mise à plat de l'intercalaire a beaucoup plus d'importance que lors d'un assemblage manuel.

Il est donc recommandé de régler la force de traction des rouleaux de calandrage afin de minimiser l'étirage de l'intercalaire

Durant le déroulement, la coupe et l'assemblage, si plusieurs couches d'intercalaires sont utilisées, la planéité de chaque couche sera inspectée avant de poser la suivante au-dessus. La même attention est requise si l'on utilise plusieurs feuilles de verre.

L'intercalaire PVB Saflex™ Structural DG41 XC peut être associé avec des intercalaires Vanceva™ Colors, Vanceva™ Earth Tones, Vanceva™ White Collection et d'autres produits Saflex™ de type architectural. Ils peuvent être combinés en terme de composition chimique et de compatibilité. Ils sont stables et durables lorsqu'ils sont combinés. Cependant les coefficients E, G et  $\omega$  précisés dans les paragraphes § 2.3.2.1 et § 2.3.2.2 s'appliquent pour les constructions n'utilisant que des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC.

Un alignement parfait des feuilles de verre est nécessaire pour obtenir la dimension de vitrage feuilleté souhaitée, mais également pour minimiser les risques de casse lors des étapes suivantes.

Il est extrêmement important d'éviter toute empreinte de doigt sur les surfaces de verre qui seront en contact avec l'intercalaire. Lorsqu'ils travaillent avec les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC, les opérateurs doivent éviter l'utilisation de lotions pour les mains, crèmes ou autres produits dermatologiques, qui contiennent généralement de la glycérine et des composés à base de glycérine. Ces matériaux réduisent l'adhérence de manière significative, qu'ils soient déposés sur le verre ou sur l'intercalaire.

La dernière procédure avant le dégazage consiste à éliminer l'excès d'intercalaire tout autour des bords des verres feuilletés. On veillera à ne pas étirer l'intercalaire durant le détournage des bords. Cet étirage pourrait donner lieu à une réduction d'épaisseur, à un retrait ou pourrait augmenter les risques de pénétration d'air durant le passage dans l'autoclave. Là encore, l'expérience dictera le mode opératoire à suivre lors du détournage pour chaque type de procédé de manière à éviter des problèmes de retrait de PVB. En cas de détournage automatique, il est recommandé d'installer le système de détournage à l'intérieur de la salle d'assemblage pour s'assurer que la température de l'intercalaire ne dépasse pas 20 °C pendant le détournage. Cette façon de procéder garantit que l'intercalaire ne devienne trop mou et que le détournage se fait de façon uniforme sans lacération.

Comme indiqué précédemment, le contrôle de l'environnement est indispensable pour procéder à l'assemblage du Saflex™ Structural DG41 XC dans des conditions appropriées permettant de produire des produits finis sans contamination.

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

**Recommandations de fabrication des verres feuilleté avec composants traités thermiquement :** les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC peuvent être utilisés avec du verre traité thermiquement (trempé ou durci), mais une épaisseur totale de 1,52 mm est généralement recommandée pour compenser les déformations de surface dû au traitement thermique. Les composants verriers provenant du même four de trempe doivent être positionnées 'en phase'. Lors de l'assemblage, il faut éviter les bords ouverts, car ils constituent un obstacle à un bon scellage des bords lors du calandrage (dégazage). Ils laissent également l'air pénétrer dans le vitrage feuilleté lors de l'autoclavage. En cas de configurations asymétriques, le verre le plus épais doit être placé en bas et le plus fin en haut, afin de minimiser le risque de scellement prématuré des bords avant que le dégazage ne se produise. Lors du détournage, un surdimensionnement d'intercalaire de 5 mm est conseillé, bien que l'excédent d'intercalaire soit rogné au ras de la surface avant expédition et installation. L'excès d'intercalaire doit également être éliminé

des zones en contact avec les racks et chariots de l'autoclave. Les conditions de température et d'humidité relative dans la salle d'assemblage doivent être maintenues aux valeurs recommandées dans ce guide de laminage.

**Recommandations de fabrication des verres feuilleté avec trous fraisés** : il est recommandé de percer les trous dans le composant verrier avant le laminage. Les problèmes à évaluer avant l'autoclavage et qui découlent du pré-perçage sont la capacité d'aligner les trous de chaque côté du vitrage feuilleté et la capacité de couper l'excès d'intercalaire du trou. Le perçage après laminage n'est pas recommandé car le perçage a tendance à étirer et à amincir l'intercalaire dans la zone juste autour du trou. La plupart des systèmes de perçage du verre utilisent de l'eau comme liquide de refroidissement / lubrifiant qui peut provoquer des défauts visibles sur le bord de l'intercalaire autour de la zone de coupe. La finition des bords et des coins des trous fraisés et des encoches est recommandée d'être d'un niveau de qualité offrant un minimum de dommages au verre, afin d'éviter de laisser l'air pénétrer dans le vitrage feuilleté lors de l'autoclavage.

### 2.8.2.3. Laminage

Lors de l'assemblage du sandwich verre / intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC / verre, une importante quantité d'air est présente aux deux interfaces. Cet air doit être éliminé afin d'obtenir un contact étroit entre l'intercalaire et le verre. Une fois l'air éliminé, les bords du pré-laminé doivent être scellés de manière que l'air ne puisse plus pénétrer durant l'opération d'autoclavage. L'utilisation d'éléments mécaniques d'assemblage type pinces ou d'agents gonflants pour compenser un scellement des bords insuffisant est déconseillée.

Cette séquence de dégazage suivie du scellement des bords est critique. L'air ne peut être éliminé que lorsque les bords ne sont pas scellés. Une fois les bords scellés, il n'est plus possible de chasser l'air qui restera emprisonné dans le verre feuilleté. Cet air emprisonné peut provoquer la formation de bulles dans le produit fini ou avoir pour effet le non-laminage de certaines zones. En outre, la présence d'air peut conduire à un échec du produit fini aux tests d'ébullition et d'étuvage prescrits dans le cadre des tests de qualification.

Pour des résultats optimaux, la phase d'élimination de l'air doit se dérouler à une température inférieure à celle requise pour le scellement des bords. Il importe également de veiller à ce que l'air ne retourne pas rapidement vers l'interface après avoir été éliminé. C'est pourquoi la température doit toujours être suffisamment élevée pour entraîner un certain collage de l'intercalaire au verre.

Il existe deux principaux procédés de dégazage :

- Rouleau presseur ou calandre.
- Sac à vide.

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

L'empilage des constituants verre et intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC est tout d'abord chauffé. Il passe ensuite entre deux rouleaux presseurs et l'air est alors chassé sur toute la longueur du vitrage feuilleté. Ce procédé peut être répété avant le scellement des bords.

Selon le procédé utilisé, les opérations de dégazage par calandrage peuvent s'effectuer avec un ou deux fours et une ou deux calandres. Les fours peuvent être chauffés électriquement, par infrarouge ou par air chaud pulsé. Les rouleaux presseurs forment en général un seul bloc, ils peuvent avoir divers motifs de surface, allant d'une surface lisse à une surface rainurée. Les principales variables du procédé qui contrôlent l'élimination de l'air et le scellement des bords englobent les éléments suivants :

- Pressions des rouleaux.
- Espacement entre les rouleaux.
- Température du verre.
- Vitesse de la ligne.
- Température de l'intercalaire.

Il existe d'autres variables affectant les performances de dégazage qui requièrent également un contrôle strict dans le cadre global du procédé de laminage. Ces autres variables peuvent se rapporter à la rhéologie de l'intercalaire, à l'humidité du film, aux caractéristiques de surface du film, à la présence de plusieurs couches d'intercalaires, à l'épaisseur du verre, au parallélisme des verres et à la couleur du verre et de l'intercalaire.

La rhéologie, l'humidité et la rugosité de l'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC sont ajustées et contrôlées de manière à assurer des performances optimales de transformation. Avec du verre bombé, tout défaut de parallélisme des verres augmentera le volume d'air avant dégazage d'une part et rendra plus difficile l'élimination de l'air durant le calandrage, d'autre part. Dans les fours équipés de chauffage par rayonnement, le verre teinté et les intercalaires de couleur vont absorber davantage de chaleur que les produits clairs, et les paramètres de chauffe doivent être adaptés en conséquence.

La présence de verre à couche et de verre pourvu de bandes céramiques peut également causer des variations de température. Un verre plus épais accroît la pression sur l'intercalaire avant calandrage et réduit également le transfert de chaleur de la paroi extérieure du verre vers l'intercalaire.

Les rouleaux presseurs sont normalement en caoutchouc et, pour les panneaux plats destinés au bâtiment, ils sont généralement pleins, avec ou sans surface texturée. Le réglage de l'écartement entre les rouleaux dépend de l'épaisseur totale du vitrage feuilleté. En général, il est conseillé de régler l'écartement à 10 – 20 % de moins par rapport à l'épaisseur totale. L'écartement pour les produits en verre durci peuvent être plus étroit.

La pression exercée sur les rouleaux doit être assez forte pour assurer une compression suffisante afin d'expulser l'air et de créer un collage intercalaire-verre. Un accroissement considérable de la pression au-delà de ce minimum n'améliore toutefois pas le dégazage et peut provoquer des casses de verre excessives ou un scellement prématuré des bords. La pression conseillée est de 3,5 – 7,5 bar.

Les fours peuvent être chauffés par des dispositifs de chauffage aux rayons infrarouges (IR) ou par convection. En cas de chauffage par rayonnements infrarouges, des émetteurs IR à évaporation d'or pouvant être réglé en hauteur et permettant un

contrôle individuel de la température sont recommandés. La zone optimale d'infrarouges se situe entre 1600 et 2500 nanomètres avec un maximum entre 2300 et 2500 nanomètres.

Des paramètres de l'outil de production doivent être développées par chaque lamineur, car ils dépendent du processus de production, le type d'équipement et les configurations des vitrages feuilletés.

| Paramètres recommandés pour four à 'une section' |                                                      |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Elément de production                            | Intervalle recommandé                                |
| Température du verre à la sortie                 | 50 à 70 °C                                           |
| Ecart des rouleaux                               |                                                      |
| Verre recuit                                     | 80 à 90 % de l'épaisseur totale du vitrage feuilleté |
| Verre à traitement thermique                     | 50 à 80 % de l'épaisseur totale du vitrage feuilleté |
| Pression de rouleau                              | 3,5 à 7,5 bar                                        |

| Paramètres recommandés pour four à 'deux sections' |                                                      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Elément de production                              | Intervalle recommandé                                |
| Température du verre à la sortie                   |                                                      |
| Four n°1                                           | 30 à 40 °C                                           |
| Four n°2                                           | 55 à 75 °C                                           |
| Ecart des rouleaux                                 |                                                      |
| Verre recuit                                       | 80 à 90 % de l'épaisseur totale du vitrage feuilleté |
| Verre à traitement thermique                       | 50 à 80 % de l'épaisseur totale du vitrage feuilleté |
| Pression de rouleau                                |                                                      |
| Système à rouleaux n°1                             | 3,5 à 7,5 bar                                        |
| Système à rouleaux n°2                             | 3,5 à 7,5 bar                                        |

Il incombe au fabricant de vitrages feuilletés de développer les conditions spécifiques pour chaque variable importante du procédé, puisque celles-ci dépendent du procédé utilisé, du type d'équipement et des vitrages fabriqués.

L'optimisation des conditions utilisées aux étapes de dégazage et de scellement des bords repose sur trois critères : apparence du pré-feuilleté à chaque étape, apparence du feuilleté final et résultats des tests d'ébullition ou d'étuvage. L'apparence du feuilleté final et les résultats des tests d'ébullition ou d'étuvage sont des critères primordiaux, mais ne sont déterminés qu'après production.

En ce qui concerne la surveillance et le contrôle de routine, l'apparence du pré-feuilleté permet une intervention rapide durant la phase de dégazage pour autant que la qualité du feuilleté sur la base de son aspect soit en corrélation avec la qualité du feuilleté final. Nous suggérons aux fabricants de vitrages feuilletés de comparer la qualité du pré-feuilleté et celle du produit final, et de s'y référer pour l'ajustement du procédé.

L'apparence du pré-feuilleté est plutôt subjective et suppose une certaine expérience pour juger du bon ajustement à effectuer.

**Recommandations de fabrication des verres feuilleté avec composants traités thermiquement :** le dégazage doit s'effectuer dans le même sens que le vitrage lors du processus de trempe et un scellement prématuré des bords doit être évité pendant le dégazage. Le rouleau presseur n°1 peut être limité ou ne pas être utilisé pour éviter un scellement prématuré des bords. La pression exercée sur les rouleaux presseurs peut être augmentée (6 à 7 bars) lors du laminage du verre trempé et l'espace de pressage réduit de 5 à 10 % par rapport au laminage du verre recuit. En règle générale, les vitesses des lignes sont réduites et la température du four peut être diminuée pour éviter une chauffe excessive. Des températures de sortie comprises entre 65 et 80 °C sont recommandées. Une distribution de température uniforme sur toute la ligne est impératif. En cas de scellement prématuré des bords, le rouleau presseur n°1 peut être limité ou ne pas être utilisé pour remédier au problème.

#### 2.8.2.3.2. Sac à vide :

Les procédés de dégazage sous vide offrent des avantages évidents par rapport au dégazage par calandrage pour les feuilletés très bombés ou les multicouches.

Les procédés de fabrication par lots utilisant des sacs à vide sont normalement limités aux petites séries de produits spéciaux et les sacs sont généralement montés manuellement autour des assemblages, puis sont mis au rebut.

#### Indicateur de qualité

L'optimisation des conditions du procédé repose sur les mêmes critères que ceux retenus dans le procédé par calandrage : apparence du pré-feuilleté, apparence du feuilleté final et résultats des tests d'ébullition ou d'étuvage. L'apparence du feuilleté final et les résultats des tests d'ébullition ou d'étuvage sont des critères primordiaux, mais ne sont déterminés qu'après production. En ce qui concerne la surveillance et le contrôle de routine, l'apparence du pré-feuilleté permet de prendre des mesures correctives avant la phase d'autoclavage pour autant que la qualité du pré-feuilleté sur la base de son aspect soit en corrélation avec la qualité du feuilleté final.

Le premier indicateur d'une qualité de dégazage médiocre est la formation de bulles après le passage à l'autoclave. Dans certains cas, l'apparition de bulles formées par l'air résiduel enfermé peut être fonction du temps et être observée durant le stockage des produits finis, en particulier à des températures plus chaudes. Même si le test d'ébullition prescrit dans plusieurs codes a pour objet de garantir que la quantité d'air résiduel enfermé est insuffisante pour entraîner la formation de bulles, certains fabricants de vitrages feuilletés préfèrent exécuter un test à plus haute température. Si ce test est souhaité, un étuvage durant 1 à 2 heures à 110 – 130 °C est recommandé.

Il importe de se rendre compte que, durant le cycle d'autoclavage, une certaine quantité d'air se diffuse dans l'intercalaire à partir des bords. Par conséquent, les petites bulles qui se forment tout près des bords durant un test d'étuvage ne doivent pas être prises en compte (voir la réglementation régionale). Sinon, il faut laisser à l'air le temps de s'échapper des bords avant d'effectuer un test d'étuvage.

Étant donné qu'une certaine quantité d'air emprisonné modifiera la transparence du pré-feuilleté, la qualité du dégazage et du scellement des bords est généralement jugée sur la base du niveau de transparence du pré-feuilleté et la clarté des bords. En général, plus la quantité d'air située aux interfaces verre / intercalaire est importante, plus le pré-feuilleté aura une apparence « nuageuse » ou « grise ». Sur le plan visuel, les pré-feuilletés sortant des procédés de dégazage sous vide sont normalement plus transparents que ceux dégazés par calandrage.

Il faut veiller à ce que le matériau du sac sous vide ne bloque pas le passage pour l'évacuation de l'air le long du bord du feuilleté. Pour cela, il suffit de placer un matériau poreux autour du périmètre du feuilleté pendant le dégazage.

### Temps avec la pompe à vide en marche

Comme ce procédé déconnecte la source de vide, il est important de s'assurer qu'un temps suffisant a permis de créer complètement le vide initial ou que le manomètre sur la pompe reste stable après déconnexion. Un manomètre à vide sur le côté du feuilleté opposé à l'orifice de vide est un indicateur plus fiable de l'élimination de l'air. En général, les temps de vide vont de 5 – 30 minutes. Cependant, ils dépendent fortement de la configuration, de la forme et de l'équipement utilisé.

### Température maximale

La température de four maximale doit être d'environ 95° – 110 °C. La plage inférieure de ces températures est recommandée si le refroidissement est lent et la plage supérieure si le refroidissement est rapide. Pour les feuilletés de plus de 18 mm d'épaisseur, un temps de maintien court à la température maximale peut être nécessaire. Si l'autoclave est utilisé comme source de chauffage, il est recommandé d'arrêter le pompage à une température maximale de 110 °C avant de démarrer le cycle d'autoclave.

Recommandations de fabrication des verres feuilleté avec composants traités thermiquement : pour éviter le scellement prématuré des bords dans le four, la température dans la première partie du cycle est généralement réduite.

| Paramètres recommandés pour les procédés de dégazage sous vide |                               |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Élément de production                                          | Intervalle recommandé         |
| Température initiale du vitrage feuilleté                      | 15 à 30 °C                    |
| Température initiale du sac à vide                             | 15 à 30 °C                    |
| Temps de vide avant déconnexion                                | minimum 5 minutes à > 1 heure |
| Niveau de vide                                                 | minimum 500mm Hg              |
| Température maximale du four                                   | 95 à 110 °C                   |
| Durée du palier température                                    | minimum 30 minutes            |
| Température du vitrage feuilleté lors du palier                | 95 à 110 °C                   |

#### 2.8.2.4. Autoclave

L'autoclavage est l'étape finale du procédé de fabrication du vitrage feuilleté. À température et pression élevées, l'intercalaire flue et il se crée alors un contact étroit avec le verre. Ces conditions sont nécessaires au développement complet des performances, ainsi qu'à la dissolution et à la dispersion de l'air résiduel.

##### 2.8.2.4.1. Chargement de l'autoclave

Un agent antiadhésif peut être déposé sur les panneaux avant de les charger pour éviter les rayures. Après le dégazage et le pré collage, les assemblages feuilletés doivent passer directement à l'autoclave. Un laps de temps excessif entre le dégazage et l'autoclavage risque d'entraîner un décollement de l'assemblage.

Les chariots de l'autoclave doivent être conçus de manière à réduire le déplacement des grands panneaux durant le cycle. Les verres feuilletés sont généralement placés à la verticale sur les chariots de l'autoclave. Ils doivent être chargés sur les chariots de l'autoclave, tout en étant suffisamment espacés les uns des autres. On utilise à cette fin des séparateurs qui peuvent être en aluminium, en céramique, en nylon ou tout autre matériau non inflammable. Bien que du bois traité soit parfois utilisé, nous ne le recommandons pas. Eastman recommande un espacement de 6 mm minimum entre les panneaux. Pour les panneaux longs, les séparateurs doivent couvrir la hauteur du panneau pour éviter la casse et le bombage.

Pour les panneaux de grandes dimensions, il est recommandé de fixer solidement le dernier panneau afin d'éviter les chutes. Les séparateurs ne doivent pas être trop serrés, ce qui risquerait de créer une pression localisée et d'entraîner un débord de l'intercalaire. Tout débord entraîne un amincissement localisé du PVB, ce qui produit une contrainte résiduelle lorsque le séparateur est retiré après autoclavage. De telles zones sont plus sujettes à un délaminage potentiel. La même chose peut se produire en cas d'utilisation de pinces, ce qui n'est pas du tout conseillé. Les pinces peuvent entraîner une extrusion du PVB à partir des bords et peuvent causer un amincissement de l'intercalaire, pouvant déboucher sur des problèmes de délaminage.

Lors de l'autoclavage de verres de tailles différentes sur le même rack, il faut s'assurer que la charge d'un vitrage feuilleté à l'autre est dirigée vers le cadre de l'autoclave et non vers les précédents verres. Cela peut provoquer un amincissement localisé de l'intercalaire dans les feuilletés, supportant la charge et entraîner une distorsion optique et/ ou un délaminage.

L'objectif d'une charge appropriée est d'assurer un flux d'air adéquat des deux côtés de chaque verre, de sorte que la pression et la température soient uniformes tout au long du cycle.

#### **2.8.2.4.2. Cycles d'autoclavage**

La réussite de l'autoclavage du feuilleté dépend des facteurs suivants :

- Ne pas permettre à l'air sous haute pression de pénétrer au niveau des bords.
- Obtenir un bon fluage de l'intercalaire.
- Dissoudre l'air résiduel présent dans l'assemblage.

Afin d'atteindre ces objectifs, le cycle d'autoclavage se compose de trois étapes distinctes : montée en régime, maintien de régime et sortie de régime. Chacune de ces trois étapes est caractérisée par des conditions propres de température, de pression et de durée.

##### *2.8.2.4.2.1. Montée en régime*

Pendant la phase de montée en régime, la température passe de la température ambiante à la température de maintien finale et la pression augmente de la pression atmosphérique à la pression de maintien finale. Si tous les bords sont bien scellés avant l'autoclavage, la vitesse de mise en pression peut ne pas avoir d'effet sur le verre feuilleté final ; cependant, si le scellement des bords n'est pas parfait, il est important de contrôler la vitesse de pressurisation pour éviter la pénétration d'air. Cette vitesse peut être contrôlée en retardant la pressurisation jusqu'à ce que la température atteigne 60° – 70 °C ou en augmentant la pression très lentement ou en combinant ces deux aspects.

Cette technique permet de surmonter certains défauts de scellement des bords, mais a ses limites dans le cas où le scellement initial n'est vraiment pas suffisant. Outre l'apparition de bulles en périphérie, un mauvais scellement des bords peut également permettre un certain mouvement de l'intercalaire et entraîner un retrait (rétrécissement) consécutif, qui sera aggravé par un accroissement de la température sans pression. La mise en pression ne doit toutefois pas être trop lente ou retardée trop longtemps, sans quoi l'air résiduel présent dans le feuilleté développera sa propre pression à mesure que la température augmente, ce qui peut entraîner la formation de bulles ou l'ouverture d'un bord préalablement scellé.

La durée nécessaire pour atteindre la température de maintien finale dépend de plusieurs facteurs, tels que la taille de l'autoclave, les capacités de chauffage ainsi que le nombre et la dimension des verres. La durée nécessaire pour atteindre la pressurisation complète dépend également de facteurs tels que la dimension du compresseur et la taille de l'autoclave.

##### *2.8.2.4.2.2. Maintien de régime : plateau*

Cette partie du cycle a pour objet d'obtenir l'écoulement visqueux (permanent) de l'intercalaire en vue de développer pleinement les propriétés finales du feuilleté. La durée et la température sont les facteurs les plus importants, la pression ne revêtant qu'une importance secondaire. Les pressions typiques se situent dans une plage de 10 – 14 bars. La température doit être d'au moins 135 °C avec des durées de maintien de 30 – 60 minutes ou plus pour des feuilletés plus épais.

##### *2.8.2.4.2.3. Sortie de régime*

À la fin du plateau de maintien, les feuilletés doivent être refroidis tout en restant sous pression afin d'éviter la formation de bulles, notamment au niveau ou à proximité des bords. La durée de refroidissement dépend de la capacité de refroidissement de l'autoclave et de la masse totale des verres. À nouveau, comme pour le chauffage, il y a un décalage entre la température de l'air et la température de l'intercalaire. Dans le cas de piles de verre, un refroidissement rapide peut conduire à une déformation des panneaux due aux différences de températures entre les panneaux extérieurs et intérieurs. Des différences de températures à l'intérieur des panneaux de verre peuvent aussi conduire à une casse du verre.

La pression doit être maintenue jusqu'à ce que la température dans l'autoclave descende à 50 °C ou moins.

**Recommandations de fabrication des verres feuilleté avec composants traités thermiquement :** des conditions d'autoclave similaires à celles utilisées pour l'intercalaire clair Saflex™ Clear peuvent être utilisées. Les cycles d'autoclave doivent avoir une distribution de température uniforme. Les augmentations rapides de la pression pendant la phase de montée en régime du cycle de l'autoclave doivent être évitées pour empêcher la pénétration de l'air sur les bords. Une température de maintien jusqu'à 145 °C peut améliorer le flux du PVB. L'utilisation de pinces est proscrite sur les feuilletés trempés, en particulier pendant l'autoclavage. Les pinces peuvent exercer une pression localisée sur le PVB à partir des bords et peuvent causer un amincissement de l'intercalaire, pouvant mener à des problèmes de délaminage.

### **2.8.3. Conditionnements**

Les rouleaux de Saflex™ Structural DG41 XC sont enroulés autour d'un mandrin en polypropylène noir d'une épaisseur de 5 mm ± 0,4 mm et d'un diamètre intérieur de 154,5 mm ± 2 mm. Les rouleaux sont emballés dans un sac en aluminium résistant à l'humidité. Ce sac est scellé à chaud à une extrémité du rouleau et maintenu dans le mandrin avec un couvercle à l'autre extrémité du rouleau. Selon la largeur du rouleau, les rouleaux sont emballés verticalement (largeurs jusqu'à 153 cm) ou horizontalement (largeurs supérieures à 153 cm).

#### **Caisses en bois**

Les rouleaux sont emballés dans un sac en aluminium résistant à l'humidité. Ces caisses sont utilisées pour les produits réfrigérés comme interfoliés. Les rouleaux sont emballés dans un sac en aluminium résistant à l'humidité et placés sur des supports en Styrofoam posés sur le fond des caisses.

### Caisses en métal

Les caisses en métal sont en acier et en aluminium. Le plancher et les ouvertures pour les fourches des chariots élévateurs sont garnis de bandes antidérapantes.

- Caisses en métal fermées.

Les rouleaux sont emballés dans un sac en aluminium résistant à l'humidité et placés sur une mousse de 10 mm d'épaisseur.

- Caisses en métal ouvertes.

Les rouleaux sont emballés dans un sac en aluminium résistant à l'humidité et placés sur une toile.

- Caisses en métal Jumbo.

Les caisses sont utilisées uniquement pour des rouleaux Jumbo de 322 cm de large. L'intercalaire est enroulé autour d'un mandrin en ABS gris d'une épaisseur de 6 mm  $\pm$  0,4 mm, d'un diamètre intérieur de 154,5 mm  $\pm$  2 mm et d'une longueur de 324  $\pm$  0,3 cm.

## 2.8.4. Marquage

### 2.8.4.1. Marquage des intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC

Chaque rouleau de Saflex™ Structural DG41 XC est identifié par des étiquettes apposées sur l'emballage. Ces étiquettes contiennent des informations essentielles pour permettre une identification correcte et une maintenance sûre des rouleaux, boîtes et palettes.

Chaque rouleau de Saflex™ Structural DG41 XC comporte un marquage indiquant :

- Le type d'intercalaire DG41 et le nom EASTMAN.
- La mention 0000XC Extra Clear.
- L'épaisseur du film.
- La longueur du film.
- La largeur du film.
- Le numéro de lot.
- La date de production et la date de péremption.

Système de numérotation d'un rouleau : XYMnnnnWC

- X= Usine et ligne de production : les numéros de bobine commençant par un « E » ou « S » ou « D » ; ou « G » sont fabriquées à Gand, Belgique
  - E = première ligne, Gand (Be),
  - S = deuxième ligne, Gand (Be),
  - D = troisième ligne, Gand (Be),
  - G = ligne de découpe et d'interfoliage, Gand(Be).
- Y = Dernier chiffre de l'année de fabrication.
- M = Indicateur du mois.
- où: A = Janvier, B = Février, . . . , L = Décembre.
- nnnn = Nombre séquentiel.
- W = Position sur la largeur.
- C = Indicateur de coupe.

Les rouleaux interfoliés en dehors de l'usine de Gand identifiés par le numéro de bobine commençant par un « Y » sont exclus de ce DTA.

### 2.8.4.2. Marquage des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC

Les vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC comportent un marquage (par exemple par l'intermédiaire d'une étiquette) qui devra dans tous les cas permettre d'identifier le type d'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC.

## 2.8.5. Contrôles sur les intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC, réalisés par SOLUTIA EUROPE

Les contrôles réalisés par Solutia Europe sont récapitulés dans l'annexe 1.

## 2.8.6. Contrôles lors de la fabrication des vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC

Le fabricant réalise un contrôle visuel de chaque livraison d'intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC 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 feuilleté doivent être définis à l'avance pour chaque type le vitrage feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC. 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.
- Pas de blocage de la voie d'évacuation de l'air le long du bord des vitrages feuilletés.

#### Autoclave :

- Profils température et pression.
- Positionnement et espacement des vitrages feuilletés.
- Niveau du vide en cas de sac à vide.

#### Système sans autoclave :

- Temps de maintien du vide à froid.
- Profile 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.

## 2.9. Mention des justificatifs

### 2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais de caractérisation par ATG et spectre IR sur échantillon Saflex™ Structural DG41 XC, rapport d'essai DBV22- 12752 du CSTB.
- Détermination du PCS suivant EN ISO 1716:2002 (rapport d'essai de Warrington Fire Gent, 2011).
- Rapport d'essai de détermination de la conductivité thermique.
- Essai 4000h WOM sur Saflex™ Structural DG41 XC avec mesures spectrophotométriques et traction perpendiculaire, rapport d'essai DBV22- 09974/A et /B du CSTB.
- Essai 4000h UV sur Saflex™ Structural DG41 XC avec caractérisation mécanique, rapport d'essai DBV22- 09978 du CSTB.
- Rapport d'essais avec mesures spectrophotométriques sur vitrage Saflex™ Structural DG41 XC 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 Saflex™ Structural DG41 XC, rapport d'essai N° 2022B SEC 46025 de l'INISMA
- Essais de rayonnement de 2000 heures suivant EN 12543-4 sur vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC, rapport d'essai n° 135257 (Stazione Sperimentale del Vetro S.c.p.A, 2015).
- Essais de chocs selon EN 12600 sur vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 4/0,76/4, rapport d'essai CSTB DEB 21-03397/A : classement 1B1.
- Essais de chocs selon le principe de la norme EN 12600 mais avec des températures de 40°C et 60°C lors de l'impact, sur vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC 4/0,76/4 (prise en feuillure 4 côtés) et 6/0,76/6 (prise en feuillure 3 côtés), rapports d'essai DBV 21-03397/A et DBV 21-03397/B du CSTB.
- Essais de chocs selon EN 356 sur vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC rapport d'essai N° 2022B SEC 45543 de l'INISMA : classement P2A pour composition 4/2 x 0,76/4.
- Rapports d'essai de flexion de vitrages feuilletés Saflex™ Structural DG41 XC à 20°C, 30°C et 50°C, et investigation après vieillissement, rapport d'essai final daté du 09.01.2020 (Universität des Bundeswehr München).
- Test plan for investigations - Four-point Bending Tests sur vitrages feuilletés avec intercalaires Saflex™ Structural DG41 à 0°C, 10°C, 20°C, 30°C et 40°C, rapport daté du 28.06.2019 (Technische Universität Darmstadt et Universität des Bundeswehr München).
- Rapports d'essai de torsion de vitrages feuilletés avec intercalaire Saflex™ Structural DG41, rapport n° b-04-15-26 (Universität des Bundeswehr München, 2016).
- Rapport d'étude relatif à la détermination des valeurs de E, G et  $\omega$  sur intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC, rapport RA-AFF-22-101 du CSTB.
- Rapport d'étude relatif à la détermination des valeurs de  $\epsilon_2$  sur intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC, rapport RA-AFF-23-014 du CSTB.

### 2.9.2. Références chantiers

- Europe
  - The Cube (Berlin, D, 2020),
  - Lidl Schweiz HQ (St. Gallen, CH, 2019),
  - Spectrum (Bruxelles, B, 2019),
  - Hotel Capucines (Paris, F, 2018),
  - Sensor City (Liverpool, UK, 2017),
  - Stadium Artemio Franchi (Florence, I, 2016).
- USA
  - Academy Museum of Motion Pictures (Los Angeles, USA, 2020),
  - 150 North Riverside (Chicago, USA, 2017),
  - The Corning Museum of Glass – North Wing Extension (NYC, USA, 2015).
- Amériques Latines
  - O Sampa Sky (Sao Paulo, BR, 2021).

## 2.10. Annexes du Dossier Technique

### ANNEXE 1

| <b>Contrôles réalisés par Solutia Europe, une filiale d'Eastman Chemical Co., sur les films Saflex™ Structural DG41 XC</b> |                                                         |                                                                                                     |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Type de contrôle</b>                                                                                                    | <b>Valeur nominale et tolérances</b>                    | <b>Méthode</b>                                                                                      | <b>Fréquence</b>              |
| Taux d'humidité                                                                                                            | $0,43 \pm 0,05$ [unit of %]                             | Equipement laboratoire NIR                                                                          | Voir plan de contrôle qualité |
| Indice de jaune                                                                                                            | $-5 \leq \text{Ind. de jaune} \leq 0$ [-]               | Equipement laboratoire<br>Spectrophotomètre ASTM E313                                               | Voir plan de contrôle qualité |
| Transmission lumineuse                                                                                                     | min. 87,5 [%]                                           | Equipement laboratoire<br>Spectrophotomètre ASTM E308                                               | Voir plan de contrôle qualité |
| Transmission UV                                                                                                            | $< 1$ [%]                                               | Equipement laboratoire<br>Spectrophotomètre EN 410<br>[300 – 380 nm]<br>suivi par procédure Solutia | Voir plan de contrôle qualité |
| Test Pummel                                                                                                                | $6 \leq \text{Pummel} \leq 9$                           | Equipement laboratoire<br>Test Pummel                                                               | Voir plan de contrôle qualité |
| Valeur moyenne d'épaisseur                                                                                                 | $0,76 \pm 0,03$ [mm]                                    | Equipement en ligne                                                                                 | Contrôle continu              |
| Tolérances dimensionnelles<br>Largeur<br>Longueur                                                                          | Valeur nominale -0/+3 [cm]<br>Valeur nominale -0/+1 [m] | Mètre                                                                                               | Voir plan de contrôle qualité |
| Défaut visuels                                                                                                             | Selon spécification                                     | Caméra en ligne                                                                                     | Contrôle continu              |

## ANNEXE 2

| Contrôles de réception sur matières premières (intercalaires Saflex™ Structural DG41 XC et produits verriers) |                                                  |                                                                      |            |            |                                            |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------------|----------------|
| Produits ou éléments contrôlés                                                                                | Élément ou type de vérification                  | Méthode Critères d'acceptation (décision à prendre par le fabricant) | M (mesure) | V (visuel) | Fréquence recommandée                      | Enregistrement |
| Matériaux à l'arrivée ; tous type de verres                                                                   |                                                  |                                                                      |            |            |                                            |                |
| Type / teinte / épaisseur, etc.                                                                               | Identification, y compris emballage et étiquette | Voir spécification d'achat                                           |            | V          | Chaque livraison                           | Oui            |
| Marquage CE                                                                                                   | Etiquetage, y compris documents d'accompagnement | Voir spécification d'achat                                           |            | V          | Chaque livraison                           | Oui            |
| Matériaux à l'arrivée ; verres traités thermiquement <sup>a</sup>                                             |                                                  |                                                                      |            |            |                                            |                |
| Planéité                                                                                                      |                                                  | Voir spécification d'achat                                           |            | V          | Chaque livraison, échantillon et épaisseur | Oui            |
| Géométrie                                                                                                     | Dimensions, fromes, trous, encoches, etc.        | Voir spécification d'achat                                           |            | V          | Chaque livraison, échantillon et épaisseur | Oui            |
| Finition des chants                                                                                           |                                                  | Voir spécification d'achat                                           |            | V          | Chaque livraison, échantillon et épaisseur | Oui            |
| Matériaux à l'arrivée ; film intercalaire                                                                     |                                                  |                                                                      |            |            |                                            |                |
| Feuille de film intercalaire plastique                                                                        |                                                  | Voir spécification d'achat                                           |            | V          | Chaque livraison                           | Oui            |
| Emballage                                                                                                     | Vérifier que l'emballage est intact.             | Le guide de laminage                                                 |            | V          | Instruction dans le guide de laminage      | Non            |

- a. Produits verriers conformes aux normes EN 1863, EN 12150, EN 14179.
- b. Pour rendre acceptable qu'un vitrage feuilleté / vitrage feuilleté de sécurité puisse être fabriqué à partir de verre traité thermiquement, les tolérances de planéité requises peuvent être resserrées par rapport à celles spécifiées dans les normes appropriées (voir <sup>a</sup>)

## ANNEXE 3

| Contrôles en cours de fabrication                            |                                                                     |                                                                                          |            |            |                       |                    |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------|--------------------|
| Produits ou éléments contrôlés                               | Élément ou type de vérification                                     | Méthode Critères d'acceptation (décision à prendre par le fabricant)                     | M (mesure) | V (visuel) | Fréquence recommandée | Enregistrement     |
| Contrôle de production                                       |                                                                     |                                                                                          |            |            |                       |                    |
| Température et humidité relative                             | Dans les lieux de stockage, d'assemblage et de feuilletage          | Voir instructions de production / dossier technique                                      | M          |            | Continue <sup>c</sup> | Oui                |
| Paramètres eau                                               | Machine à laver                                                     | Voir instructions de production et instructions du manuel / dossier technique<br>≤ 10 µS | M          |            | Continue <sup>c</sup> | Non                |
| Application du film                                          | Positionnement du film sur le verre,                                | Voir instructions de production et instructions du manuel / dossier technique            | M          |            | Continue <sup>c</sup> | Voire instructions |
| Système à rouleaux                                           | Vitesse de rotation espace entre rouleaux, etc.                     | Voir instructions de production et instructions du manuel / dossier technique            | M          |            | Continue <sup>c</sup> | Voire instructions |
| Procédé de dégazage sous vide                                | Niveau de vide, montée et descente de pression et température, etc. | Voir instructions de production et instructions du manuel/ dossier technique             | M          |            | Continue <sup>c</sup> | Voire instructions |
| Autoclavage                                                  | Montée et descente de pression et température, etc.                 | Voir instructions de production et instructions du manuel/ dossier technique             | M          |            | Continue <sup>c</sup> | Voire instructions |
| Identification de la position de la couche ou de l'émaillage | Dans le cas de verre à couche ou émaillé                            | Voir instructions de production et instructions du manuel                                | M          | V          | Autant que nécessaire | Non                |

- c. Continue signifie une fréquence basée sur les exigences du procédé utilisé par le fabricant, et qui assurera que les caractéristiques du produit seront conformes aux essais de type initiaux.

## ANNEXE 4

| Contrôles sur produits finis   |                                                                                                                                          |                                                                                                      |            |            |                                                                                                      |                |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Produits ou éléments contrôlés | Elément ou type de vérification                                                                                                          | Méthode Critères d'acceptation (décision à prendre par le fabricant) <sup>e</sup>                    | M (mesure) | V (visuel) | Fréquence recommandée                                                                                | Enregistrement |
| Produit fini                   |                                                                                                                                          |                                                                                                      |            |            |                                                                                                      |                |
| Dimensions                     | Largeur, longueur, épaisseur, etc.                                                                                                       | Voir EN ISO 12543-5 ou spécifications de commande                                                    | M          |            | Minimum 1 essais par jour <sup>d</sup>                                                               | Oui            |
| Configuration                  | Conception de composition et de construction                                                                                             | Voir spécifications de commande                                                                      |            | V          | Au minimum 1 vitrage par conception et par commande                                                  | Oui            |
| Aspect visuel                  | Défauts linéaires et ponctuels ; qualité opaque                                                                                          | Voir EN ISO 12543-6 ou spécifications de commande                                                    | M          | V          | Minimum 1 essais par jour                                                                            | Non            |
| Finition des bords             | Sur les mesures découpées ou non découpée                                                                                                | Voir instructions de production                                                                      |            | V          | Chaque vitrage                                                                                       | Oui            |
| Essais assurant la conformité  | Durabilité, impact, ... etc.                                                                                                             | Voir Annexe B de l'EN 14449 :2005, les instructions du manuel de qualité usine, le guide de laminage | M          | V          | Voir Annexe B de l'EN 14449 :2005, les instructions du manuel de qualité usine, le guide de laminage | Oui            |
| Essai sur produit fini         | Adhérence intercalaire/vitrage par « Pummel » à <b>température ambiante</b>                                                              | Instructions Pummel du fabricant<br>$6 \leq \text{Pummel} \leq 9$                                    |            | V          | Référence au Document de Fabrication Usine Recommandation 1 échantillon par jour (si production)     | oui            |
| Essai sur produit fini         | Tenue à haute température (16 H à 100°C en étuve ou dans eau bouillante) suivi par : 1h à 110°C et 1h à 120°C (durée totale = 18 heures) | EN ISO 12543-4<br>Pas de bulles hors zone de 15 mm d'un bord d'origine ou de 20 mm d'un bord coupé   |            | V          | Référence au Document de Fabrication Usine Recommandation 1 échantillon par jour (si production)     | oui            |
| Essai sur produit fini         | Tenue à l'humidité avec condensation                                                                                                     | EN ISO 12543-4<br>Pas de bulles hors zone de 15 mm d'un bord d'origine ou des 20 mm d'un bord coupé  |            | V          | Référence au Document de Fabrication Usine et critères EN 14449                                      | oui            |

d. L'essai doit être entrepris afin de s'assurer que tous les types de vitrages et épaisseurs fabriquées en une semaine sont testés durant cette semaine.

e. Le fabricant visé est le fabricant du verre feuilleté et/ou du verre feuilleté de sécurité.