

Valide du **19 mars 2024**

Au **31 janvier 2026**

Sur le procédé

SOLAR GARD® SENTINEL PLUS

Famille de produit/Procédé : Film pour Vitrage

Titulaire(s) : **Société Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA / Solar Gard**

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n 06 - Composants de baies et vitrages

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvelle demande d'Avis Technique	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

Descripteur :

Les films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS décrits dans cet Avis Technique sont tous appliqués sur la face 1 (côté extérieur) des vitrages minéraux par l'intermédiaire d'un adhésif mis en œuvre lors de la fabrication des films dans le but de réduire les apports solaires et d'améliorer la valeur du facteur solaire g du vitrage sur lequel ils sont appliqués.

Les films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS sont métallisés selon la même méthodologie que les verres à couche dits « magnétron », à l'aide de couches magnétron.

Pour un des films décrit dans cet Avis Technique, SENTINEL PLUS SX 80, la technologie est à base de particules nano-céramiques.

Les films SENTINEL PLUS DX sont des films du type dit « dual reflective » (à double réflexion).

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	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation	6
2.1.1.	Coordonnées	6
2.1.2.	Identification	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Films visés dans l'avis technique	6
2.2.3.	Caractéristiques des matériaux	6
2.3.	Dispositions de conception	7
2.3.1.	Conditions générales sur les vitrages	7
2.3.2.	Vérifications.....	7
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	7
2.4.1.	Préparation du vitrage	7
2.4.2.	Préparation du film	8
2.4.3.	Application du film.....	8
2.4.4.	Entretien - Nettoyage	8
2.4.5.	Dépose	8
2.5.	Utilisation et maintien en service du produit ou procédé.....	8
2.6.	Traitement en fin de vie.....	8
2.7.	Assistance technique.	8
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle des films Solar Gard®.....	9
2.8.1.	Fabrication des films Solar Gard	9
2.8.2.	Contrôles	9
2.9.	Emballage – Repérage – Réception par Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard	9
2.9.1.	Emballage et stockage	9
2.9.2.	Repérage	9
2.9.3.	Réception par Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard.....	10
2.10.	Mention des justificatifs	10
2.10.1.	Résultats Expérimentaux.....	10
2.10.2.	Références chantiers.....	10
2.11.	Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique	11

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

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

1.1.2. Ouvrages visés

Les films peuvent être posés sur la face extérieure de vitrages simples (monolithiques ou feuilletés) ou de doubles vitrages verticaux (angle de $90^\circ \pm 10^\circ$ par rapport à l'horizontale).

Les conditions d'emploi sont précisées au paragraphe 2.3 (vérifications) et 2.4 (mise en œuvre) du dossier technique.

Dans certains cas, la pose doit obligatoirement faire l'objet d'une étude au cas par cas suivant les dispositions du paragraphe 2.3.2.2 du dossier technique.

La mise en œuvre sur des vitrages organiques est exclue du présent Avis Technique.

La mise en œuvre des films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS côté couche d'un verre à couche, n'est pas visée dans le présent Avis Technique.

La mise en œuvre des films SOLAR GARD® ne doit pas être réalisée sur des vitrages trempés.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

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

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

1.2.1.2. Sécurité aux chocs et au vent

Les vitrages équipés de films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS ne permettent pas de se substituer aux matériaux prévus par la réglementation et/ou normalisation au regard des heurts et de la sécurité aux chutes des personnes.

Par ailleurs, la mise en œuvre des films SOLAR GARD® ne doit pas être réalisée sur des vitrages trempés, en raison du risque de chute en bloc du vitrage en cas de fracture du verre.

La détermination ou la vérification des épaisseurs des composants verriers au regard des charges climatiques sera faite par application de la norme NF DTU 39 P4 et en considérant le (ou les) composant(s) verrier(s) seuls.

1.2.1.3. Tenue aux chocs thermiques

La tenue aux chocs thermiques est satisfaite par le respect de la norme NF DTU 39 P3. Un calcul ou une vérification peut être nécessaire pour vérifier l'adéquation des types de vitrages retenus lorsque ceux-ci ne sont pas durcis ou trempés, suivant les dispositions détaillées dans le dossier technique (paragraphe 2.3).

1.2.1.4. Réaction au feu

Dans le cas d'exigences au regard de la réaction au feu, il est nécessaire de tenir compte de la présence des films sur les vitrages. Des vitrages monolithiques revêtus de films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS, ont obtenu un classement B s1 d0, essais effectués sur un vitrage monolithique clair, d'épaisseur 4 mm, sans utilisation de joints.

1.2.1.5. Isolation thermique

Les valeurs des coefficients de transmission thermique des vitrages (valeur U_g) ne sont pas modifiées de manière significative par la présence des films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS.

1.2.1.6. Températures maximales

Les températures maximales à ne pas dépasser dans les joints de scellement d'un vitrage isolant revêtu d'un film SOLAR GARD SENTINEL PLUS, ou dans les intercalaires des vitrages feuilletés revêtus d'un film SOLAR GARD SENTINEL PLUS, ou de composants feuilletés de vitrages isolants revêtus de films SOLAR GARD SENTINEL PLUS, sont celles définies dans le cahier du CSTB n° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages.

1.2.1.7. Informations utiles complémentaires

Les caractéristiques énergétiques et lumineuses moyennes à prendre en compte pour les films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS utilisés sur vitrages simples de 4 mm sont celles données dans le Dossier Technique.

1.2.2. Durabilité

Les justifications apportées permettent d'estimer une conservation des performances des films pendant une durée minimale de 10 ans (pose à l'extérieur).

La qualité des films SOLAR GARD® SENTINEL est suffisante pour résister aux diverses expositions climatiques et aux opérations d'entretien et de nettoyage dans les conditions précisées dans le dossier technique.

Le coefficient d'absorption énergétique d'un ensemble film vitrage est augmenté par rapport à celui d'un vitrage seul, et donc en conséquence l'échauffement correspondant en période d'ensoleillement ; des vérifications doivent être réalisées par le Bureau d'Études Saint-Gobain Solar Gard pour permettre de considérer que la présence des films ne remet pas en cause la durabilité initiale des vitrages ; ainsi, l'emploi des films doit faire l'objet d'une étude au cas par cas, en prenant en compte les différents paramètres et critères d'admissibilité donnés dans les dispositions de conception.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS disposent d'une déclaration environnementale (DE) en France. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

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

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

Les conditions de conception sont précisées dans le dossier technique.

Le fabricant est tenu d'exercer sur la fabrication des films, un contrôle permanent tel que défini au paragraphe 2.8 du Dossier Technique.

La Société Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard réceptionne dans l'unité de ZULTE (Belgique) les produits fabriqués dans l'usine de la Société SAINT-GOBAIN SOLAR GARD L.L.C., située à SAN DIEGO (U.S.A.), selon les modalités définies dans le Dossier Technique.

Les Sociétés SAINT-GOBAIN SOLAR GARD L.L.C., située à SAN DIEGO (U.S.A.) et Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard sont certifiées ISO 9001/2015.

Le contrôle de la régularité et de l'efficacité des contrôles seront vérifiés par caractérisation de films prélevés dans l'unité de ZULTE à raison de deux visites par an (4 prélèvements avec caractérisation spectrophotométrique et 2 vieillissements de 4000 h).

La mise en œuvre nécessite un soin particulier, et les limitations nécessaires au respect de la norme NF DTU 39 notamment sont précisées dans le dossier technique.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cet Avis Technique vise l'application des films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS sur verre côté extérieur des locaux moyennant les vérifications afférentes (températures, chocs thermiques, sollicitations mécaniques dans les vitrages isolants...). L'application des films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS côté couche d'un verre à couche n'est pas prévue dans le cadre de cet Avis Technique.

Le Groupe Spécialisé souligne que des vérifications sont nécessaires pour s'assurer que la durabilité initiale du vitrage sur lequel le film est posé n'est pas remise en cause. Il devra ainsi être réalisé au cas par cas une étude relative aux critères d'admissibilité de pose de films sur des vitrages simples ou isolants, selon les éléments indiqués dans les Dispositions de conception du dossier technique, et sous la responsabilité de Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard.

L'application de films ne permet pas d'obtenir des produits pouvant se substituer aux vitrages prévus par la réglementation et/ou à la normalisation au regard de la sécurité aux heurts, de la sécurité aux chutes des personnes et de la sécurité au regard de la chute de morceaux de verre en cas de bris.

Le Groupe Spécialisé N° 6 a noté que l'application des films SOLAR GARD® était exclue dans tous les cas sur des supports en verre trempé.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA / Solar Gard

Siège Social: Avenue Einstein 6, BE -1300 Wavre

Site: Karreweg 18, BE-9870 Zulte

Tél. : 00 32 92 40 95 66

Fax : 00 32 92 40 95 90

E-mail : SolarGard.EU@saint-gobain.com

Internet : www.solargard.com/fr

Distributeur : Unité de Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard située à ZULTE (Belgique)

2.1.2. Identification

Les films sont identifiables par rouleaux par une étiquette portant la marque et les références.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS sont appliqués sur la face 1 (externe) des vitrages minéraux dans le but de réduire les apports solaires par l'intermédiaire d'un adhésif mis en œuvre lors de la fabrication des films.

Les films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS sont métallisés selon la même méthodologie que les verres à couche dits « magnétron », à l'aide de couche magnétron ou contiennent une couche de particules nano-céramiques (pour la référence SENTINEL PLUS SX 80). Les films SENTINEL PLUS DX sont des films du type dit « dual réflective » (à double réflexion).

Ils peuvent avoir par ailleurs un caractère sélectif (transmission lumineuse notablement plus élevée que la transmission énergétique).

2.2.2. Films visés dans l'avis technique

2.2.2.1. Films constitués de couches magnétron

- Types dits réfléchissants à semi réfléchissants :
 - SENTINEL PLUS SILVER 20,
 - SENTINEL PLUS SILVER 35,
 - SENTINEL PLUS SX 50
 - SENTINEL PLUS SOLAR BRONZE 20
 - SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 15
 - SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 25
 - SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 40
- Types dits à double réflexion
 - SENTINEL PLUS DX 5
 - SENTINEL PLUS DX 15

2.2.2.2. Film non métallisé avec couche nano-céramique :

- SENTINEL PLUS SX 80

2.2.3. Caractéristiques des matériaux

Les films Solar Gard® se composent des éléments suivants :

- De deux films polyester (polyéthylène téréphtalate) typiquement d'épaisseur 25 microns chacun
- L'un des films polyester est revêtu soit d'une couche métallique (aluminium, argent, titane, acier inox) déposé par canon magnétron ou soit d'une couche de particules nano-céramiques
- Un revêtement anti-rayure, désigné HC (« Hard Coat »), destiné à améliorer la résistance aux rayures et au climat extérieur.
- Un adhésif incorporant un agent anti-UV, du type acrylique (pression sensitive) résistant à l'humidité.
- Un film de protection polyester siliconé (« liner ») qui protège l'adhésif, et est à retirer au moment de la pose.

Les films proposés se différencient par :

- La nature de la couche fonctionnelle, c'est à dire la nature de la couche magnétron, soit nano-céramique

- L'utilisation d'un deuxième film qui est coloré permettant d'obtenir un effet de réflexion différentielle (dit « dual reflective »)

Le tableau 1 récapitule les principes de composition des films.

Le tableau 2 récapitule les données techniques fournies par le demandeur.

Ces produits sont conditionnés en rouleaux comportant 30,5 mètres de film. Les largeurs des rouleaux sont :

- 914 mm (36"),
- 1219 mm (48"),
- 1524 mm (60"),
- 1829 mm (72").

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Conditions générales sur les vitrages

Les films peuvent être posés sur la face extérieure de vitrages simples (monolithiques ou feuilletés) ou de doubles vitrages.

La mise en œuvre sur des vitrages organiques est exclue du présent Avis Technique.

La mise en œuvre des films SOLAR GARD® SENTINEL PLUS côté couche d'un verre à couche, n'est pas visée dans le présent Avis Technique.

La mise en œuvre des films SOLAR GARD® ne doit pas être réalisée sur des vitrages trempés.

2.3.2. Vérifications

La présence d'un film Solar Gard SENTINEL PLUS ne modifie pas le comportement des vitrages (déformations, contraintes) vis-à-vis des charges de vent, de neige et de poids propre.

Pour que la pose soit admise, le Bureau d'Etudes Saint-Gobain Solar Gard réalise les vérifications suivantes :

- Que l'effort maximal sur le joint de scellement, dans le cas d'un vitrage isolant, est inférieur ou égal à 0,95 daN/cm ou 0,65 daN/cm dans le cas de vitrages VEC ; dans le cas de vitrages certifiés CEKAL et fabriqués à partir de 2015, l'effort maximal à vérifier est de 1,12 daN/cm et 0,95 daN/cm dans le cas de vitrages VEC ;
- Que la contrainte maximale dans les composants verriers est inférieure à la contrainte définie dans les référentiels applicables ;
- Qu'il n'y a pas de risque de casse par chocs thermiques dans le cas de vitrages recuits et vérifiés selon la norme NF DTU 39 P3 ;
- Que les températures maximales atteintes sur le vitrage ne dépassent pas les valeurs précisées dans le Cahier du CSTB 3242 relatif aux « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages », et que la température du film ne dépasse pas 60°C.

Cette étude doit prendre en compte les paramètres suivants :

- Hauteur, largeur du vitrage.
- Épaisseur des produits verriers.
- Nature des produits verriers (recuit, trempé, présence d'une couche).
- Épaisseur de la lame d'air (cas des vitrages isolants).
- Présence éventuelle de stores.
- Présence de masques/ombres portées.
- Différence d'altitude entre situation du vitrage isolant et lieu de fabrication (300 mètres dans le cas général) dans le cas des vitrages isolants.
- Température ambiante extérieure maximale.
- Température ambiante intérieure.
- Orientation de la façade.
- De la nature et l'environnement des feuillures (inertie thermique)

L'ensemble de ces vérifications nécessite une analyse préalable de la nature des vitrages (verres trempés, présence d'une couche...).

Il est nécessaire de se rapprocher du Bureau d'Etudes de Saint-Gobain Solar Gard qui réalisera des calculs de vérifications si nécessaire.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

La pose est effectuée par des entreprises agréées par la Société Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard qui assure la formation du personnel des Sociétés d'apporteur, apporte son assistance technique et contrôle les procédures.

Les prévisions météorologiques doivent être vérifiées lors de la planification de l'application :

L'application doit être réalisée sur des vitrages dont la température est de + 5 °C à + 45 °C, et il ne doit pas y avoir de précipitation ; par ailleurs, l'application des films ne doit pas être effectuée si la température extérieure risque de descendre en dessous de 0 °C dans les 15 jours après l'installation.

2.4.1. Préparation du vitrage

L'application des films SOLAR GARD SENTINEL PLUS requiert systématiquement une préparation et un nettoyage préalable des vitrages avec une solution de pose généralement composée d'eau déminéralisée additionnée de savon. La préparation des

supports implique l'utilisation d'outils spécifiques comme des grattoirs à vitres, suivie du séchage à l'aide d'une raclette., Le verre ne doit comporter aucun corps étranger, ni aspérité (peinture, mastic).

2.4.2. Préparation du film

Après mesure du « clair de vitrage » vitrage la découpe est effectuée sur un dévidoir spécial permettant le déroulement et la découpe du film, à proximité immédiate du lieu de pose, afin de limiter les manipulations du film.

2.4.3. Application du film

Les films sont appliqués sur la face 1 (face extérieure) des vitrages, selon les précisions données dans le dossier technique.

Après avoir retiré le film de protection de l'adhésif, la surface collante est généreusement humidifiée par pulvérisation d'eau adoucie additionnée de savon anionique permettant de désactiver la masse adhésive. Le vitrage est également généreusement humidifié par pulvérisation de l'eau adoucie additionnée de savon anionique pour faciliter le positionnement du film.

Après positionnement du film sur la vitre, le film est soigneusement maintenu en position tandis que l'on élimine toute la solution de pose à l'aide d'un outil de marouflage approprié en allant du centre vers les bords et du haut vers le bas. Le dos du film doit toujours être mouillé avant de passer la raclette pour éviter les rayures.

Il convient de noter que l'emprisonnement de solution de pose est la principale cause de défaut après pose (bulles...).

En cas de joints à réaliser (dimensions de vitrages plus grandes que la laize du film), ceux-ci doivent être verticaux et sont réalisés soit bord à bord (typiquement), soit par simple recouvrement soit par recouvrement et découpe simultanée dans le recouvrement des deux films.

2.4.4. Entretien - Nettoyage

Les vitrages recouverts d'un film SOLAR GARD® SENTINEL PLUS ne doivent pas être lavés pendant un délai d'un mois à compter de la date d'application.

Le nettoyage doit être effectué selon les directives du fabricant notamment à l'éponge, au chiffon doux ou à la raclette, après pulvérisation d'un liquide alcoolisé ou savonneux, à l'exclusion de tout produit abrasif, ou liquide ammoniacal. Les éponges dures et les chiffons ne doivent pas être utilisés. Un produit de nettoyage conçu pour les surfaces vitrées de haute qualité. Le produit de nettoyage doit être humide et non abrasif avec un pH compris entre 6 et 8 (ni fortement acide ni fortement alcalin). Il faut veiller à ce que la poussière et la saleté soient lavées et non frottées. Un frottement excessif peut rayer la surface du film. Utilisez des outils professionnels pour le nettoyage des vitres, tels que des raclettes pour vitres ou des éponges anti-rayures.

Un nettoyage correct doit être effectué au moins 4 fois par an. Si le bâtiment est situé dans une zone à pollution importante, un nettoyage est requis une fois tous les 2 mois. Ces zones sont par exemple des zones proches ou dans des zones industrielles, des centres métropolitains et des zones proches du bord de mer (10-15 km).

En cas de salissures importantes ou de marques tenaces, un premier arrosage est nécessaire avant le lavage complet : il permet d'enlever le plus possible de saletés abrasives, et d'humidifier la surface.

Si des échelles ou d'autres outils de support sont utilisés, il est nécessaire que des précautions soient prises pour qu'ils ne rayent ni n'endommagent la surface du film.

2.4.5. Dépose

Dans le cas où la dépose serait nécessaire, celle-ci est possible. Une fois que le film est retiré, il peut rester un peu d'adhésif sur le verre. L'adhésif étant en phase aqueuse, un mélange d'eau savonneuse type liquide vaisselle et alcool permet d'attendrir la colle, et un simple grattage à la lame de rasoir épaisse suffit ensuite pour enlever l'adhésif du verre.

2.5. Utilisation et maintien en service du produit ou procédé.

Les dispositions décrites au paragraphe 2.4.4., relatives à l'entretien et au nettoyage des vitrages recouverts de film SOLAR GARD® SENTINEL PLUS doivent être appliquées.

Les films doivent être lavés au moins quatre fois par an de manière générale. Il est interdit de coller d'autres adhésifs, y compris des adhésifs dits amovibles, sur les films. En effet, lors du retrait, le traitement de protection de surface (« Hard Coat ») risquerait d'être endommagé.

Il est important de veiller à ce que le Hard Coat (Couche Anti-rayures) ne soit pas (mécaniquement) endommagé ou gravement rayé. Il est donc important d'avoir des contrôles réguliers (visuels). Une fois que le Hard Coat est endommagé, la durabilité du produit pourrait se dégrader. Dans ces cas, il est conseillé de remplacer le produit.

2.6. Traitement en fin de vie

En fin de vie, le film peut être déposé/enlevé du verre sans pollution et sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à d'autres produits.

Le film déposé peut être valorisé par incinération avec récupération d'énergie, il peut également lui être donné une seconde vie pour fabriquer d'autres produits plastiques (par exemple meubles pour l'extérieur). Les chutes de découpe peuvent être de la même manière valorisées.

2.7. Assistance technique.

En cas de questions techniques, il est possible de contacter la plateforme de stockage européenne à l'adresse mail suivante : SolarGard.EU@saint-gobain.com.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle des films Solar Gard®

2.8.1. Fabrication des films Solar Gard

Les films qui font l'objet de cet Avis technique sont tous produits par la société SAINT-GOBAIN SOLAR GARD L.L.C. dans l'usine située à SAN DIEGO qui est certifiée ISO 9001/2015 et ISO 14001/2015.

La production nécessite les opérations suivantes :

- Dépôt de la couche magnétron ou dépôt de la couche nano-céramique sur les films élémentaires concernés.
- Enduction de la couche dite « Hard Coat » pour limiter les risques de rayures et qui donne la durabilité aux films.
- Enduction de la colle d'assemblage des films élémentaires et assemblage (opération dite de laminage).
- Enduction de la colle (pression sensitive) et laminage du film de protection (liner).
- Conditionnement.

À la sortie des chaînes de fabrication, les films se présentent généralement sous forme de rouleaux de grande longueur dits "master rouleaux", qui permettent à chacun d'eux de réaliser jusqu'à 99 rouleaux de produit fini comportant chacun 30,5 mètres de film.

Les chaînes de fabrication de l'usine sont automatisées.

2.8.2. Contrôles

2.8.2.1. Contrôle de réception et en cours de fabrication

Les films de base font l'objet d'un contrôle de réception par la Société SAINT-GOBAIN SOLAR GARD L.L.C.

En cours de fabrication les films font l'objet de contrôles concernant la densité optique, l'épaisseur, l'aspect visuel, la conductivité des films métallisés, la quantité d'adhésif, l'effet "curl".

Par ailleurs, le traitement pour limiter les risques de rayures fait l'objet de contrôle concernant la densité optique, la résistance à l'abrasion, l'adhérence du traitement et l'aspect visuel.

2.8.2.2. Contrôle de fabrication sur produits finis

Pour chacun des rouleaux principaux ou "masters rouleaux" les contrôles suivants sont réalisés :

- Densité optique.
- Tenue et qualité du traitement pour limiter les risques de rayure.
- Quantité d'adhésif utilisé et adhérence.
- Transmission UV.
- "Curl".
- Colorimétrie.
- Contrôle d'aspect par prélèvement d'un échantillon de film collé sur une plaque de verre.
- Collage du liner de protection par essais de pelage.
- Épaisseur.

Des mesures spectrophotométriques sont par ailleurs réalisées à Zulte (Belgique).

Par ailleurs, un contrôle visuel continu est réalisé pour tous les rouleaux afin de détecter les défauts visibles à l'œil (distorsion optique, poussières, plis).

Le contrôle qualité réalise des contrôles en cours de fabrication et sur produits finis.

2.9. Emballage – Repérage – Réception par Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard

2.9.1. Emballage et stockage

Les rouleaux sont conditionnés sous sacs en polyéthylène, et maintenus dans leurs emballages carton par des flasques à embase carrée pour éviter l'écrasement des spires par le poids.

Le stockage doit être effectué à une température comprise entre 5°C et 30°C. Les rouleaux doivent toujours être stockés en position horizontale et supportés aux deux extrémités (position des flasques).

2.9.2. Repérage

Pour chaque rouleau, l'étiquette de l'emballage carton mentionne :

- La référence du film.
- Le code du produit qui consiste en deux parties (la deuxième partie indiquant les dimensions du rouleau : largeur en pouces et longueur en pieds)
- Le numéro de lot (numéro de rouleau) :
 - La référence du rouleau principal d'où est extrait le rouleau (7 chiffres),
 - suivie du numéro du rouleau dans le rouleau principal (001 à 100).
- La date de fabrication sous forme codée.

Une étiquette avec le numéro de rouleau est apposée à l'intérieur du mandrin.

2.9.3. Réception par Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard

L'unité de Saint-Gobain Innovative Materials Belgium SA/Solar Gard située à ZULTE (Belgique) fonctionne comme un centre de distribution. Dans ce cadre, elle procède à :

- Identification des lots reçus.
- Vérification systématique de tous les emballages.
- Prise en compte sur registre stock, avec identification des numéros de lots livrés aux utilisateurs.

2.10. Mention des justificatifs

2.10.1. Résultats Expérimentaux

- Essais relatifs aux caractéristiques lumineuses et énergétiques sur films référencés dans l'Avis Technique à état initial, rapports d'essai DBV 23-08715 et DBV 23-08717-A).
- Essais de caractérisation à l'état initial et après vieillissement WOM pendant 4000 h sur les films Sentinel Plus SX 80, Sentinel Plus DX 15, Sentinel Plus Silver 35, Sentinel Plus Stainless Steel 25, Sentinel Plus Solar Bronze 20 (rapport d'essai DBV 23-08715 d'octobre 2023).
- Essais de caractérisation à l'état initial et après essai de brouillard salin pendant 480 h sur les films Sentinel Plus SX 80, Sentinel Plus DX 15, Sentinel Plus Silver 35, Sentinel Plus Stainless Steel 25, Sentinel Plus Solar Bronze 20 (rapport d'essai DBV 23-08717-B d'octobre 2023).
- Essais de caractérisation à l'état initial et cycles climatiques avec HR élevée sur les films Sentinel Plus SX 80, Sentinel Plus DX 15, Sentinel Plus Silver 35, Sentinel Plus Stainless Steel 25, Sentinel Plus Solar Bronze 20 (rapport d'essai DBV 23-08717-C d'octobre 2023).
- Essais de caractérisation de la force de pelage à l'état initial sur les films Sentinel Plus Silver 20 et Sentinel Plus Stainless Steel 40 (rapport d'essai DBV 23-08717-D d'octobre 2023).
- Procès-verbal de classement de réaction au feu N°RA18-0120 (CSTB) du 5 juin 2018, des films SOLAR GARD®. Classement M1 selon l'arrêté du 21 novembre 2002 modifié relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement, valable adhésivé sur support verre et pour une gamme d'épaisseurs 35 µm à 350 µm.
- Rapport de classification au feu n°18002-E de Warringtonfiregent : B s1 d0 valable pour une pose sur un verre de 4 mm minimum sans couche, sans utilisation de joints.
- Déclaration environnementale : FDES n°20231035380.

2.10.2. Références chantiers

La production annuelle de films de l'usine SAINT-GOBAIN SOLAR GARD L.L.C. de SAN DIEGO est confidentielle.

- Exemples de projets :

ANAH, avenue de l'Opéra, Paris : installation en 2011 de film SENTINEL STAINLESS STEEL 40.

Hôpital Jean Jaurès, Paris 19eme : installation en 2016 de film SENTINEL PLUS SILVER 20 (150 m²).

Centre Départemental de Repos et de Soins - chambres de patients, Colmar : installation en 2016 de film SENTINEL PLUS SILVER 20 (139 m²).

Merck Millipore – bureaux, Mosheim : installation en 2017 de film SENTINEL PLUS SX 50 (305 m²).

BPI, boulevard Haussmann, Paris : installation en 2017 de film SENTINEL PLUS SX 80.

Ecole, Chaumontel, Val d'Oise : installation en avril 2018 de film SENTINEL PLUS SILVER (180 m²).

Conseil départemental du Val-de-Marne - Immeuble Solidarités, bureaux, Créteil : installation en 2020 de film SENTINEL PLUS SX 50 (1500 m²).

Truffaut, Houssen : installation en 2020 de film SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 15 (187 m²).

Siège social Ouest Bouygues Telecom, Nantes : installation en 2021 de film SENTINEL PLUS SILVER 20 (350 m²).

Caisse des dépôts, avenue Pierre Mendès-France, Paris : installation en 2022 de film SENTINEL PLUS SX 80 (7000 m²).

Ministère des Affaires Etrangères, Nantes : installation en 2023 de film SENTINEL PLUS SILVER 35 (700 m²).

2.11. Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique

Tableau 1 – Composition des films SOLAR GARD® SENTINEL (pose côté extérieur dans tous les cas)

Type	Épaisseur nominale	Épaisseur totale (hors film de protection et adhésif) en µm	Couche fonctionnelle	Teinte
Films avec couche métallique à couche magnéton	2 mil	50	Métallisation d' Alu, Inox, Cuivre	oui
Film type dit basse réflexion	2 mil	50	Particules nano-céramiques	oui
Films type dit « dual réfléchifs »	2 mil	50	Métallisation d' Alu	oui

Nota :
Le terme « mil » correspond à une épaisseur de 25 µm.
L'épaisseur totale des adhésifs est d'environ 20 µm, mais n'est pas comprises dans les valeurs données ci-dessus.

Tableau 2 – Caractéristiques lumineuses et énergétiques données sur support verre clair de 4 mm

Tolérance de fabrication ± 5% des valeurs annoncées pour les valeurs supérieures à 50%, et ± 2,5 points pour les valeurs inférieures à 50%.

Référence films	Transmission UV %	Transmission lumineuse (VLT) %	Réflexion lumineuse (Rext / Rint) %	Énergie solaire			Valeur g sur 4 mm Planiclear Valeur g Planiclear 4mm = 0,87	Valeur g sur 4/16/4 Planiclear Valeur g Planiclear 4/12/4 = 0,77
				Absorption %	Transmission %	Réflexion %		
Films à couche magnéton types dits réfléchissants ou semi réfléchissants								
SENTINEL PLUS SILVER 20	<1	16	58	26	12	62	0,18	0,14
SENTINEL PLUS SILVER 35	<1	36	37	30	28	42	0,33	0,28
SENTINEL PLUS SX 50	<1	48	25	35	37	28	0,44	0,38
SENTINEL PLUS SOLAR BRONZE 20	<1	24	37	26	14	60	0,20	0,16
SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 15	<1	13	36	50	13	37	0,25	0,18
SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 25	<1	26	25	51	24	25	0,35	0,27
SENTINEL PLUS STAINLESS STEEL 40	<1	39	15	47	36	17	0,47	0,39
Films à couche magnéton dits à double réflexion								
SENTINEL PLUS DX 5	<1	5	60 / 15	33	5	62	0,13	0,09
SENTINEL PLUS DX 15	<1	14	42 / 17	40	15	45	0,23	0,18
Films non métallisés à basse réflexion								
SENTINEL PLUS SX 80	<1	78	8	49	44	7	0,56	0,47

Nota : Les valeurs des facteurs solaires seront, le cas échéant, déterminées au cas par cas, à partir des caractéristiques énergétiques intrinsèques des films et des vitrages supports.