

Sur le procédé

SoliBlade

Famille de produit/Procédé : Vitrage isolant avec store incorporé

Titulaire : **IMMOBLADE – LES INGÉNIEURS DU SOLEIL**

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.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvelle demande	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

Descripteur :

Les vitrages SoliBlade sont des vitrages isolants disposant d'un dispositif de protection solaire passif et saisonnier, basé sur des petites lames aluminium fixes et inclinées, intégrées dans un double vitrage isolant. Les vitrages isolants ImmoBlade SoliBlade sont carrés ou rectangulaires et sont constitués de deux feuilles de verre plan, assemblées par collage périphérique, selon des procédés classiques de double-vitrage. Le volume intérieur du vitrage est systématiquement rempli d'argon et scellé par un mastic polyuréthane, silicone ou thermofusible.

La barrière périphérique délimite une lame de gaz déshydratée de 20 mm d'épaisseur nominale dans laquelle est incorporé un store à lames fixes dont les angles d'inclinaison et d'ouverture sont figés lors de la fabrication en fonction de la localisation géographique du bâtiment (latitude, longitude) et de l'orientation de sa façade.

Document non va

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés	4
1.2.	Appréciation	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	4
1.2.2.	Durabilité	5
1.2.3.	Impacts environnementaux	5
1.2.4.	Conditions de conception, de fabrication et de mise en œuvre.....	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation.....	7
2.1.1.	Coordonnées	7
2.1.2.	Mise sur le marché	7
2.1.3.	Identification	7
2.2.	Description	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception	9
2.3.1.	Compositions et dimensions.....	9
2.3.2.	Vérifications.....	10
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	13
2.4.1.	Dispositions générales	13
2.4.2.	Prise en feuillure sur 4 côtés	13
2.4.3.	Prise en feuillure sur deux côtés horizontaux avec deux côtés verticaux à bords libres	13
2.4.4.	Mise en œuvre en VEC	14
2.5.	Utilisation et maintien en service du produit ou procédé.....	14
2.6.	Traitement en fin de vie	14
2.7.	Assistance technique.	14
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle des doubles vitrages SoliBlade	14
2.8.1.	Fabrication des stores SoliBlade	14
2.8.2.	Fabrication des vitrages SoliBlade	15
2.8.3.	Contrôles	15
2.8.4.	Registre	16
2.9.	Mention des justificatifs	16
2.9.1.	Résultats Expérimentaux.....	16
2.9.2.	Références chantiers.....	16
2.10.	Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique	17

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

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

1.1.2. Ouvrages visés

Les vitrages isolants SoliBlade sont destinés à être mis en œuvre dans des façades de constructions de destination courante, hors région de montagne dépassant une altitude de 500 m. Cela concerne :

- Les bâtiments du secteur tertiaire pour l'enseignement, des bureaux, administrations, bâtiments médicaux, bâtiments commerciaux, bâtiments industriels...
- Ils peuvent également être utilisés pour des applications résidentielles.

Les vitrages isolants ImmoBlade SoliBlade sont utilisés :

- Dans des châssis fixes verticaux ou présentant un petit d'angle d'inclinaison (maximum 5°)
- Dans des châssis ouvrants et verticaux en position fermée avec les caractéristiques suivantes :
 - Des châssis verticaux ouvrant à la française à un ou deux vantaux, Des fenêtres oscillo-battantes ou à l'Italienne et avec un angle d'ouverture n'excédant pas 15° par rapport à la verticale,
- Dans des châssis coulissants horizontaux avec butée (type galandage ou autre).

Ils sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur quatre côtés, une prise en feuillure sur deux côtés (bandes filantes avec bords libres verticaux) ou en VEC.

Des limites d'emploi relatives aux dimensions et compositions s'appliquent et doivent être vérifiées conformément au dossier technique (paragraphe 2.3.2).

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

Les vitrages isolants ImmoBlade SoliBlade ne font pas l'objet d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

1.2.1.2. Sécurité aux chutes des personnes et aux heurts

Elle est assurée, le cas échéant, par l'emploi de vitrages de sécurité selon le document FD DTU 39 P5.

La mise en œuvre en VEC est possible à la condition d'utiliser un mastic de scellement respectant les critères définis dans le guide EOTA N° 002 « Système de Vitrages Extérieurs Collés (VEC) » et d'appliquer les prescriptions afférentes. La mise en œuvre devra par ailleurs respecter les prescriptions données dans le Cahier du CSTB 3488_V2 de mars 2011 « Vitrages extérieurs collés - Cahier des prescriptions techniques ».

1.2.1.3. Sécurité sous les effets du vent

Les composants verriers des vitrages isolants à store intégré SoliBlade participent à la reprise des effets du vent. Les épaisseurs sont vérifiées par IMMOBLADE par application des référentiels en vigueur, en utilisant sans modification les méthodes utilisées pour les doubles vitrages traditionnels.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC, les dimensionnements afférents seront faits par application du guide EOTA N° 002 « Système de Vitrages Extérieurs Collés (VEC) » complété par les prescriptions données dans le Cahier du CSTB 3488_V2 de mars 2011 « Vitrages Extérieurs Collés - Cahier des prescriptions techniques ». Le Cahier du CSTB 3488_V2 de mars 2011 sera notamment utilisé pour déterminer les épaisseurs des composants verriers et le dimensionnement du joint de scellement et la mise en place de retenues mécaniques.

Ces dispositions permettent d'estimer que le maintien du composant extérieur du vitrage est convenablement assuré dans la mesure où des dispositions¹ permettant d'éviter sa chute seront prises dans le cadre du système de façade, pour assurer normalement la sécurité en cas de défaillance du collage du joint de scellement du vitrage isolant.

1.2.1.4. Tenue aux chocs thermiques

Les vérifications de la tenue aux chocs thermiques sont réalisées par la société IMMOBLADE conformément à la norme NF DTU 39 P3. Les écarts de températures maximaux atteints sont référencés dans le rapport du CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB en fonction de la composition du vitrage, de la zone climatique et de l'orientation de la façade.

¹ Par disposition permettant de pallier une éventuelle défaillance du collage, on entend toute solution permettant de prévenir ou d'éviter que la chute du composant extérieur entier ou en morceaux de grande taille ne risque pas de blesser les personnes qui circulent dans les environs du bâtiment.

1.2.1.5. Température maximale

Les températures maximales à ne pas dépasser dans la lame de gaz sont celles définies dans le cahier du CSTB n° 3242 « Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages ». Les températures à ne pas dépasser au niveau des intercalaires des composants feuilletés sont également celles définies dans le cahier du CSTB n° 3242, ou dans le cas d'un intercalaire décrit par un Document Technique d'Application, dans ce Document Technique d'Application. Les vérifications sont réalisées par IMMOBLADE.

Les températures maximales sont référencées dans le rapport du CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB en fonction de la composition du vitrage, de la zone climatique et de l'orientation de la façade.

1.2.1.6. Sécurité en cas d'incendie

Elle doit être appréciée dans les mêmes conditions que celles des façades vitrées avec des vitrages de même nature. Elle n'est pas mise en cause par l'intégration de stores dans la lame de gaz des vitrages isolants. La masse de combustible introduit dans le vitrage pour l'intégration du SoliBlade se compose d'adhésif double face ainsi que de colle. Cela représente moins de 10 g/m².

1.2.1.7. Isolation thermique

L'intégration du store SoliBlade dans un vitrage isolant n'impacte pas son coefficient de transmission thermique surfacique U_g qui est déterminé selon la norme EN 673. Le coefficient U_g du vitrage SoliBlade est donc équivalent au coefficient U_g du même vitrage sans store.

Il est pris en compte un remplissage en gaz de :

- 90% pour l'usine MACOCCO MIDI.
- 90% pour l'usine GLASSOLUTIONS AUVERGNE ISOLATION.

Pour l'usine COPROVER, il est pris en compte un remplissage en air pour le calcul du coefficient de transmission thermique surfacique U_g , sauf démonstration par essai d'un taux de remplissage en gaz spécifique.

Le calcul des coefficients Ψ_g à la jonction menuiserie vitrage devra être réalisé conformément aux règles Th-Bat 2020 (annexe IV de l'arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation).

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

Le facteur solaire variable au cours du temps (principalement au cours de l'année) est la caractéristique principale du produit. Il est fourni sous format numérique aux bureaux d'études en charge de chaque projet mettant en œuvre SoliBlade pour le réglage considéré pour ce projet. Deux formats peuvent être fournis. Soit un calcul effectué selon le scénario météorologique RE-2020 Th-BC de la zone climatique considérée, soit un format correspondant pour chaque jour de l'année à une situation de plein soleil, et une répartition entre lumière directe et lumière diffuse de 85% / 15%, conforme à l'EN FR 52022-3.

1.2.1.8. Isolation acoustique

Dans le cas d'exigence concernant l'isolation acoustique, des essais spécifiques devront être réalisés.

1.2.2. Durabilité

L'un des risques est l'embugage des vitrages. La durabilité prouvée des produits constituant les joints périphériques, et les dispositions prises lors de la fabrication conduisent à considérer ce risque comme suffisamment faible dans des délais normaux.

L'autre risque réside dans l'éventuelle défaillance du store. Le store SoliBlade étant un élément fixe, sans mécanisme de fonctionnement, les modes de défaillance sont peu nombreux et essentiellement limités à la rupture d'une liaison collée. L'importance de ce risque est essentiellement liée à la fixation du store sur le composant verrier extérieur, et à la durabilité de l'assemblage des différents constituants du store. Les justifications expérimentales fournies permettant d'envisager un comportement satisfaisant dans des délais normaux.

En cas de défaillance d'un store, le vitrage concerné doit être déposé et remplacé par un nouveau vitrage isolant SoliBlade de caractéristiques identiques au vitrage initial.

Avec une mise en œuvre en VEC, la durabilité du maintien du composant verrier extérieur du vitrage isolant SoliBlade, l'expérience acquise, les justifications fournies et les dispositions prises permettent de considérer que la cohésion du mastic de scellement est normalement assurée pendant la durée de vie attendue des ouvrages vitrés.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les vitrages SoliBlade ne disposent d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du système.

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

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

Ces conditions sont précisées dans le dossier technique.

La fabrication des vitrages SoliBlade doit faire l'objet d'un contrôle permanent portant sur les caractéristiques des matières premières, la fabrication, la qualité des produits finis. La régularité, l'efficacité et les conclusions de ces contrôles sont vérifiées à raison de deux visites par an par le CSTB, une visite portant sur la fabrication des stores dans l'usine d'IMMOBLADE et une visite portant sur l'intégration des stores dans les vitrages isolants fabriqués par les usines MACOCCO Midi, GLASSOLUTIONS AUVERGNE ISOLATION et COPROVER, en alternance.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé a noté que le système de scellement périphérique est un système courant, et que l'intégration du store dans le vitrage est effectuée sans modification significative du process de fabrication, traditionnel, du vitrage isolant.

Le Groupe Spécialisé a également noté que le dimensionnement et les vérifications des vitrages vis-à-vis des amplitudes de température (contraintes dans les verres, efforts dans le joint de scellement, déformations en conditions hivernales) et des risques de choc thermique sont réalisés par la société IMMOBLADE, et s'appuient sur des données (températures maximales, écarts de température) validées par le CSTB. Les résultats sont mis à disposition de l'utilisateur.

Document non valide

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 vitrages SoliBlade sont commercialisés par le titulaire.

Titulaire : Les Ingénieurs du Soleil SAS, Nom commercial : IMMOBLADE
Bât 140
55 Av. Louis Breguet
31400 Toulouse
Tél. : 05 61 45 44 81
Email : contact@immoblade.com
Internet : <https://www.immoblade.com>

2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011 article 4.1, les vitrages SoliBlade font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) lors de leur mise sur le marché, établie par le fabricant sur la base de la norme européenne NF EN 1279-5 et du guide EOTA N°002.

2.1.3. Identification

Les vitrages SoliBlade comportent un marquage indiquant un numéro descriptif. Ce numéro comporte le numéro d'identification du modèle de vitrage utilisé sur 6 chiffres (yyyyyy) ainsi que le numéro de série du vitrage sur deux chiffres (xx) : IMB-MS004-yyyyyy-xx. Ce marquage est positionné sur le profilé de suspension ou sur le profilé de tension du vitrage (gravure directe ou sur plaquette PMMA).

Chaque vitrage comporte sur l'espaceur un marquage permettant d'identifier l'usine de production du vitrage et indiquant le semestre de fabrication.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages SoliBlade sont des vitrages isolants disposant d'un dispositif de protection solaire passif et saisonnier, basé sur des petites lames aluminium fixes et inclinées, intégrées dans un double vitrage isolant courant lors de la fabrication du double vitrage. Les vitrages isolants SoliBlade sont carrés ou rectangulaires et sont constitués de deux feuilles de verre plan, assemblées par collage périphérique, selon des procédés classiques de double-vitrage. Le volume intérieur du vitrage est systématiquement rempli d'argon et scellé par un joint polyuréthane, silicone ou thermofusible.

La barrière périphérique délimite une lame de gaz déshydratée de 20 mm, 18 mm ou 16 mm d'épaisseur nominale dans laquelle est incorporé un store à lames fixes dont les angles d'inclinaison et d'ouverture sont figés lors de la fabrication en fonction de la localisation géographique du bâtiment (latitude, longitude) et de l'orientation de sa façade.

Une représentation d'un vitrage SoliBlade est donnée en figure 1.

Le principe de fonctionnement de la protection solaire consiste à proposer un masquage du soleil calculé spécifiquement pour la façade à équiper. Pour cette façade, un algorithme calcule avant la fabrication la meilleure orientation fixe de lames (inclinaison et ouverture) ainsi que le meilleur espacement permettant de maximiser en hiver les entrées solaires, et maximiser en été la réflexion énergétique et minimiser la transmission directe de l'énergie solaire. Cet algorithme s'appuie sur la connaissance des trajectoires du soleil vue de la façade considérée, parfaitement déterministe et variables entre l'été et l'hiver. La figure 2 explique ce principe pour un vitrage plein sud. Les vitrages SoliBlade sont donc entièrement personnalisés et fabriqués en usine sur mesure pour le chantier auquel ils sont destinés, les deux paramètres pris en compte pour la personnalisation étant la géo-localisation du bâtiment et l'orientation précise de la façade.

2.2.2. Caractéristiques des composants

Parmi les différents constituants ou matériaux utilisés, on distingue ceux constituant l'ensemble désigné SoliBlade qui sont fabriqués, ou découpés, ou assemblés par la société IMMOBLADE, de ceux qui sont mis en œuvre par les verriers mentionnés dans le paragraphe 1.2.4.

Les premiers matériaux sont les suivants :

- Aluminium anodisé utilisé pour les lames,
- Profilés aluminium anodisé supports ou "profilé",
- Adhésif acrylique,
- Adhésif de contact,
- Fils inox.

La seconde série de matériaux concerne les composants verriers (qui peuvent être monolithiques ou feuilletés), l'espaceur, le butyl, le mastic de scellement et le déshydratant.

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages isolants SoliBlade sont fabriqués avec les produits verriers plans suivants :

- Verres clairs recuits à bords rodés ou non (NF EN 572-2).
- Verres clairs trempés (NF EN 12150-1).
- Verres feuilletés clairs avec intercalaire PVB (NF EN ISO 14449/12543).
- Vitrages durcis thermiquement (NF EN 1863-1).
- Verre à couche faiblement émissive uniquement sur verre intérieur (face 3) (NF EN 1096) quel que soit le type de châssis..

Les vitrages à couches émarginées ou non côté scellement qui peuvent être utilisés sont ceux retenus dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent en association avec les mastics de scellement utilisés.

Dans le cas d'utilisation de couches côté scellement ou côté mastic de collage (cas de VEC) les justifications devront être fournies selon le guide EOTA N° 002.

Certains composants verriers pourront faire l'objet d'un façonnage des bords ou d'un traitement thermique de renforcement (trempés selon NF EN 12150-1 ou durci selon NF EN 1863-1) en fonction des exigences de résistance mécanique, des risques de casse thermique (calculs) et des impératifs de sécurité.

Dans le cas de produits ou composants recuits (bords rodés ou non), une vérification doit être réalisée au regard de la tenue aux chocs thermiques, suivant les dispositions de la norme NF DTU 39 P3.

2.2.2.2. Espaceurs

Il peut être utilisé des espaceurs métalliques ou des espaceurs intégrant un profilé en matière de synthèse en association avec un feuil pare-vapeur, sous réserve qu'ils soient suivis dans le cadre d'une certification de vitrages isolants, CEKAL ou équivalent, en association avec les mastics de scellement utilisés, et qu'ils fassent l'objet d'un Document Technique d'Application dans le cas d'espaceurs warm-edge non métalliques.

2.2.2.3. Mastics d'étanchéité et de scellement

a) Première barrière d'étanchéité en polyisobutylène :

Les butyls JS 680 de la société TREMCO, GD115 de la société KÖMMERLING et Butylver de la société FENZI sont utilisés. Il peut être utilisé d'autres mastics d'étanchéité référencés dans le cadre d'une certification (CEKAL ou équivalent)

b) Mastic de scellement :

- Mastics polyuréthane : POLIVER GP/AC de la société FENZI (usine GLASSOLUTIONS AUVERGNE ISOLATION) ou JS 442 MF HV de la société TREMCO (usine COPROVER).
- Mastics silicone : Dowsil 3362 HV de la société DOW EUROPE (usine COPROVER).
- Mastic thermofusible : HOTVER A+ de la société FENZI (usine MACOCCO Midi).

Les mastics silicone sont utilisés dans le cas de mise en œuvre des vitrages SoliBlade en bandes filantes, ou en VEC.

La hauteur nominale du scellement sous talon des espaceurs est de 4 mm minimum, et dépend de l'usine, sauf dans le cas de VEC où elle est de 6 mm minimum (se rapporter au paragraphe 2.3.2.3).

Il pourra être utilisé d'autres mastics de même type dans la mesure où leurs propriétés sont connues, prouvées et équivalentes dans le cadre d'une certification (CEKAL ou équivalent) en association avec les espaceurs et avec les couches éventuellement utilisées.

2.2.2.4. Déshydratant

Il est du type tamis moléculaire : Phonosorb 551 de la société GRACE, ZB103 de la société ZONEBAO MOLECULAR SIEVE, Siliporite NK 30B 0,7 de la société ARKEMA.

Il peut être utilisé les déshydratants référencés dans le cadre d'une certification (CEKAL ou équivalent).

2.2.2.5. Store

Le store est fixe et ne comprend aucun mécanisme ni pour la rétractation ni pour l'orientation. Sa configuration fait l'objet d'un réglage usine et n'est plus modifiée ensuite.

Le store est composé d'un ensemble de lames en aluminium de faible épaisseur liées entre elles par des fils en acier inoxydable qui traversent les ouvertures des lames. Les fils sont fixés aux lames par des points de colle résistant aux UV, suspendus en haut à un premier profilé en aluminium et mis en tension en bas à l'aide d'un second profilé en aluminium. Le profilé supérieur est fixé directement au verre extérieur par collage avec un adhésif double-face. Le profilé supérieur est appelé « profilé de suspension » et le profilé inférieur est appelé « profilé de tension ». Une représentation des constituants du store est donnée dans la figure 3.

2.2.2.5.1. Lames de store

Les lames (représentées en figure 4), en aluminium de 12 mm de largeur, sont découpées pour former plusieurs lamelles inclinées réfléchissantes sur la largeur. Leur découpe et mise en forme est réalisée par machines de profilage à partir de feuille d'aluminium de 0.2 mm d'épaisseur. Des ouvertures permettent le passage des cordes de suspension en acier inoxydable de diamètre 1 mm.

Les lames sont constituées de 4 pans de 2.5 mm de côté et orientés en diagonale et espacés horizontalement de 1.8 mm. Ces pans sont reliés entre eux par des ponts de matière de 5 mm de large séparés de 50 mm de distance, constituant un motif de 55 mm qui se répète sur la longueur de la lame. Les longueurs des lames sont calculées ligne par ligne et découpées à longueur. Pour les lignes dont la longueur dépasse les 720 mm, plusieurs lames sont assemblées et collées ensemble à leur jonction.

L'espacement entre les 4 pans des lames autorise une bonne transparence à la vue pour un observateur placé à l'intérieur du bâtiment et regardant vers le bas.

La surface de la lame est anodisée, et a subi un traitement spécifique pour être réfléchissante sur sa face avant (coefficient de réflexion $\geq 85,5\%$). Les lames sont toutes identiques pour tous les stores. Seules leurs longueurs et leur orientation sont personnalisées pour chaque store.

2.2.2.5.2. Profilés métalliques supports

Le profilé supérieur ou "de suspension" est constitué d'un profilé aluminium carré de 6 mm autour duquel sont suspendus les fils inox servant de cordes de suspension, ces derniers étant immobilisés sur le profilé carré aluminium par des points de colle. L'ensemble profilé-carré et fils inox collés est verrouillé par un profilé en U de 10 mm qui vient "chapeauter" le profilé carré de 6mm et ainsi verrouiller les cordes de suspension dans le profilé supérieur. Ces éléments sont fixés ensemble par un adhésif double face.

Une agrafe mécanique collée au profilé en U vient sécuriser le maintien ensemble du profilé carré et du profilé en U, jouant ainsi le rôle de jonction redondante de l'adhésif double face. Une agrafe liant le profilé carré et le profilé U. Une vue de l'agrafe est fournie en figure 3.

De la même façon, le profilé inférieur ou "de tension" est un profilé en aluminium carré de 6 mm sur les côtés duquel sont collées les extrémités des cordes de suspension. L'ensemble profilé carré et fils inox collés est prisonnier dans un profilé en U de 10 mm placé en dessous du profilé carré de 6mm et l'ensemble est verrouillé par une agrafe mécanique collée au profilé en U, mais sans liaison rigide entre les 2 profilés, permettant au store de se dilater librement.

La longueur des profilés varie avec la largeur du vitrage à intégrer.

Les lames sont séparées du profilé supérieur par une distance de 15 mm.

2.2.2.5.3. Adhésifs de collage

Deux types d'adhésifs sont utilisés dans la fabrication du store SoliBlade, un premier pour assembler les cordes de suspension avec les lames sous forme de gel et un second type pour fixer le store dans le vitrage isolant sous forme de bandes double-face.

Le premier est une colle acrylique polymérisable qui résiste à l'environnement du vitrage (UV, température...).

Le second type d'adhésif est un adhésif double-face de largeur 9 mm utilisé pour le collage du profilé en aluminium (profilé de suspension et de tension) sur le verre, ou de largeur 6 mm pour le collage du profilé carré sur le profilé en U (profilé de suspension). Il s'agit d'un adhésif de type acrylique haute performance transparent et résistant aux UV.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Compositions et dimensions

2.3.1.1. Vitrages SoliBlade

Les vitrages isolants SoliBlade comportent de manière systématique une couche faiblement émissive (FE) en contact avec la lame de gaz, présente sur le composant verrier intérieur, et comportent des composants verriers monolithiques ou feuilletés.

Plusieurs épaisseurs d'intercalaires de vitrage feuilleté sont possibles, telles que décrites ci-dessous (xx.2 correspondant à un intercalaire d'épaisseur totale 0,76 mm et xx.6 correspondant à un intercalaire d'épaisseur totale 2,28 mm).

Les compositions de vitrages SoliBlade prévues dans le cadre de ce dossier technique sont les suivantes :

- 4/20 Ar/4FE.
- 4/20 Ar/44.2FE.
- 6/20 Ar/44.2FE.
- 44.2/20 Ar/44.2FE.
- 44.2/20 Ar/44.6FE.

Des épaisseurs de lame d'argon/air peuvent de 18 mm ou 16 mm également être considérées, sous réserve des vérifications complémentaires détaillées au paragraphe 2.3.2.5.

D'autres compositions sont possibles, notamment en termes d'épaisseurs de verre, sous réserve de vérifications spécifiques (calculs de température maximum et vérifications associées, et vérification du risque de casse thermique, telles que décrites au paragraphe 2.3.2).

La composition vitrée pour chaque dimension est en accord avec les vérifications décrites au paragraphe 2.3.2, et les épaisseurs de verre sont par ailleurs choisies pour assurer la fonction désirée (fonction garde-corps ou non). La présence du store très léger ($\sim 500\text{ g/m}^2$) ne change pas les recommandations applicables aux verres.

Remarque : des contraintes d'effort dans les joints de scellement peuvent contraindre les dimensions minimums acceptables pour les vitrages. Ils doivent être recalculés au cas par cas suivant les dispositions du paragraphe 2.3.2.

Dans le cas d'un store unique

Ce dernier peut être intégré dans un vitrage rectangulaire dont les dimensions peuvent varier de la manière suivante :

- Hauteur comprise entre 300 mm et 2800 mm.
- Largeur comprise entre 300 mm et 1300 mm.

Dans le cas de stores multiples

Pour les vitrages de grande largeur, il est possible de disposer plusieurs stores SoliBlades à l'intérieur d'un même vitrage. Pour des raisons esthétiques, l'insertion de multiples stores dans le sens de la hauteur n'est pas considérée.

Les stores multiples peuvent être intégrés dans un vitrage rectangulaire dont les dimensions peuvent varier de la manière suivante :

- Hauteur comprise entre 300 mm et 2800 mm.
- Largeur comprise entre 1300 mm et 2500 mm.

Largeur Vitrage	Hauteur Maximale	Nombre de Stores
$300 \text{ mm} \leq \text{Largeur} \leq 1300 \text{ mm}$	$h < 2800 \text{ mm}$	1
$1300 \text{ mm} \leq \text{Largeur} \leq 2500 \text{ mm}$	$h < \text{Largeur}$	2

2.3.1.2. Réglage usine du store SoliBlade et performances de contrôle solaire

Le produit SoliBlade est adapté à chaque projet pour répondre aux besoins en termes de performances thermiques sur un bâtiment donné, caractérisé par son orientation et sa localisation géographique, pour un format de vitrage défini.

Les seules modifications d'un projet à l'autre sont :

- Les dimensions du produit.
- Les orientations des lames en inclinaison : de -45° à $+45^\circ$.
- Les orientations des lames en tilt (angle d'ouverture des lames) : de -10° à $+10^\circ$, le zéro correspondant à des lames parfaitement ouvertes.
- L'espacement entre les lames : de 14 mm à 18 mm de distance de lame à lame (pris perpendiculairement aux lames).

Ces données sont entièrement personnalisées. Les réglages de stores de type inclinaison, ouverture et espacement inter-lames sont entièrement définies par la localisation du bâtiment (zone climatique) et l'orientation de la façade. Ces réglages optimaux, déclarés auprès du CSTB, sont donc figés pour une zone climatique et une orientation donnée.

Le procédé de production permet une fabrication avec des paramètres spécifiques au projet. Seules les lames sont strictement identiques d'un projet à l'autre (hors orientation). La définition des paramètres de personnalisation est réalisée à l'aide d'un algorithme propriétaire IMMOBLADE basé sur la norme NF EN 52022.

Une cartographie détaillée des températures maximales atteintes par le vitrage selon sa zone géographique et son orientation est visible dans le rapport du CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB). Le vitrage SoliBlade étant un produit personnalisé, le plan de pose incluant la façade de pose doit être strictement respecté.

Le facteur solaire variable au cours du temps (principalement au cours de l'année) est la caractéristique principale du produit. Il est fourni sous format numérique aux bureaux d'études en charge de chaque projet mettant en œuvre SoliBlade pour le réglage considéré pour ce projet. Deux formats peuvent être fournis. Soit un calcul effectué selon le scénario météorologique RE-2020 Th-BC de la zone climatique considérée, soit un format correspondant pour chaque jour de l'année à une situation de plein soleil, et une répartition entre lumière directe et lumière diffuse de 85% / 15%, conforme à l'EN FR 52022-3.

La valeur de transmission lumineuse hémisphérique est proposée comme valeur de référence. Cette valeur fixe au cours de l'année pour SoliBlade ne dépend que des réglages usine de store à l'intérieur du vitrage. Ce choix a deux avantages. Elle se rapproche le plus des valeurs recherchées par l'EN 410, dont les calculs sont non directionnels. Elle est cohérente de l'utilisation faite de la TL par la plupart des bureaux d'études, qui consiste à évaluer le temps où l'éclairage de la pièce est insuffisant et nécessite l'allumage de l'éclairage artificiel, situation qui arrive principalement lors des jours de météo nuageuse, donc d'une source de lumière hémisphérique pour le ciel et partiellement réfléchi par le sol.

Les facteurs de transmission lumineuse hémisphérique et de facteur solaire minimum d'été, pour un catalogue comprenant 5 compositions standard (décrites au §2.3.1.1), 8 zones climatiques, et 16 orientations de façade ont été validées par le CSTB et sont répertoriées dans le rapport du CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB).

A titre d'exemple, on peut considérer le cas Sud-ouest pour un projet situé en zone H3 (Nice) pour un vitrage isolant en 4 / 20 / 4FE. La Transmission Lumineuse hémisphérique est de 60,2% (valeur fixe toute l'année). La transmission lumineuse en conditions ensoleillées varie de 40,95% en période estivale à 58,40% en période hivernale.

Le vitrage étant exposé Sud-ouest, il recevra le maximum de flux solaire autour de 16h (heure solaire) chaque jour. Le facteur solaire est variable au cours du temps, et est représenté à la figure 7, en prenant en compte le scénario RE2020_BC de la zone météorologique considérée, et varie de 20% (en été) à 63% (en hiver). Un calcul similaire utilisant des conventions de plein soleil conduit à la courbe donnée à la figure 8.

2.3.2. Vérifications

2.3.2.1. Vitrages IMMOBLADE SoliBlade avec prise en feuillure sur quatre côtés

La vérification des épaisseurs des vitrages (déformations et contraintes admissibles, résistance aux chocs thermiques, résistance aux chocs) est réalisée par la société IMMOBLADE suivant les référentiels en vigueur.

Des vérifications relatives à l'échauffement de la lame d'air et aux variations d'altitude entre les lieux de fabrication et de pose doivent, par ailleurs, être réalisées.

IMMOBLADE réalise les vérifications suivantes, qui nécessitent la connaissance précise de la localisation et de l'orientation de chaque façade du projet :

- Que les températures de la lame de gaz et des composants verriers feuilletés ne dépasse pas les températures admissibles décrites le cahier du CSTB 3242 ; les calculs des températures maximales ont été réalisés pour un catalogue comprenant 5 compositions standards (décrites au §2.3.1.1), les 8 zones climatiques de la RE 2020, et 16 orientations de façade, ces températures maximales ont été validées par le CSTB et sont répertoriées dans le rapport du CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB), les températures de la lame de gaz et des composants verriers feuilletés ne dépassant pas les températures admissibles décrites le cahier du CSTB 3242.

- Que l'effort maximal par unité de longueur dans le joint de scellement ne dépasse pas 1,12 daN/cm si la température dans la lame de gaz ne dépasse pas 60°C et 0,60 daN/cm dans le cas où la température dans la lame de gaz est comprise entre 60°C et 65°C.
- Que les contraintes dans les produits verriers sous les variations de pression dans la lame d'air, hors effets du vent, ne dépassent pas :
 - 20 Mpa pour les produits verriers recuits,
 - 35 Mpa pour les produits verriers « durcis »,
 - 50 Mpa pour les produits verriers trempés.
- Que les justifications soient apportées au regard de l'absence de risque de bris par choc thermique des composants verriers intérieurs ou extérieurs si ceux-ci ne sont pas durcis ou trempés ; les calculs des écarts de température atteints sur les composants verriers intérieur et extérieur (cas été et cas hiver) ont été réalisés pour un catalogue comprenant 5 compositions standards (décrites au §2.3.1.1), les 8 zones climatiques RE 2020, et 16 orientations de façade ; ces écarts de températures ont été validés par le CSTB, et sont répertoriés dans le rapport du CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB).
- Ces vérifications prennent en compte la différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication.

Dans le cadre de ces dimensionnements/vérifications, sont pris en compte :

- les dimensions des vitrages,
- les épaisseurs des composants verriers,
- la température maximale dans la lame de gaz,
- les caractéristiques des produits verriers (recuits, trempés, durcis, feuilletés),
- l'épaisseur de la lame d'air (20 mm),
- la différence d'altitude entre le lieu de pose et le lieu de fabrication et le cas échéant l'altitude de transit,

Les calculs sont réalisés au cas par cas, en prenant en compte les conditions réelles du chantier. La liste des informations nécessaires à la réalisation des vérifications est indiquée en annexe 2.

2.3.2.2. Vitrages IMMOBLADE SoliBlade avec prise en feuillure sur deux côtés horizontaux (bords verticaux libres).

Les dispositions indiquées au paragraphe 2.3.2.1 (calculs au cas par cas) sont applicables et elles sont complétées par les prescriptions ci-après pour ce qui concerne les déformations et les efforts sur les joints de scellement.

Le mastic de scellement utilisé est dans ce cas un des mastics silicone cité au paragraphe 2.2.2.3.

La hauteur minimale de scellement silicone est de 4,5 mm.

Dans le cas où la température maximale dans la lame de gaz ne dépasse pas 60°C, l'effort maximal dans le joint de scellement doit être inférieur ou égal à 1,12 daN/cm, et les vérifications afférentes seront réalisées au cas par cas. Dans le cas d'une exposition accrue à l'humidité (vitrages bords à bords en particulier), et/ou dans le cas où l'effort maximal dans le joint de scellement peut être supérieur à 0,95 daN/cm tout en restant inférieur ou égal à 1,12 daN/cm il est nécessaire de justifier le respect d'un indice I inférieur à 0,1 (essai 168 cycles suivant DTU 39 P1-2 annexe B, avec ou sans UV); dans ce cas, pour justifier de la possibilité d'un effort dans le joint de scellement pouvant atteindre 1,12 daN/cm, la société IMMOBLADE, dans le cadre des vérifications, rassemble les rapports d'essai des deux dernières années de l'usine COPROVER, et s'assure que l'indice I est inférieur à 0,1.

Dans le cas où la température maximale dans la lame de gaz est comprise entre 60°C et 65°C, l'effort maximal dans le joint de scellement doit être inférieur ou égal à 0,40 daN/cm

2.3.2.3. Vitrages IMMOBLADE SoliBlade avec mise en œuvre en VEC

Les dispositions précisées au paragraphe 2.3.2.2 sont sur le principe applicables.

Le mastic de scellement utilisé est dans ce cas un des mastics silicone cité au paragraphe 2.2.2.3.

La hauteur minimale de scellement silicone est de 6 mm.

Dans le cas où la température maximale dans la lame de gaz ne dépasse pas 60°C, l'effort maximal dans le joint de scellement doit être inférieur ou égal à 0,95 daN/cm, et les vérifications afférentes seront réalisées au cas par cas. Dans le cas d'une exposition accrue à l'humidité (vitrages bords à bords en particulier), et/ou dans le cas où l'effort maximal dans le joint de scellement peut être supérieur à 0,95 daN/cm tout en restant inférieur ou égal à 1,12 daN/cm il est nécessaire de justifier le respect d'un indice I inférieur à 0,1 (essai 168 cycles suivant DTU 39 P1-2 annexe B, avec ou sans UV) ; dans ce cas, pour justifier de la possibilité d'un effort dans le joint de scellement pouvant atteindre 1,12 daN/cm, la société IMMOBLADE, dans le cadre des vérifications, rassemble les rapports d'essai des deux dernières années de l'usine COPROVER, et s'assure que l'indice I est inférieur à 0,1.

Dans le cas où la température maximale dans la lame de gaz est comprise entre 60°C et 65°C, l'effort maximal dans le joint de scellement doit être inférieur ou égal à 0,40 daN/cm

Les épaisseurs des composants verriers sous les charges climatiques et de poids propre le cas échéant, sont déterminées par application du Cahier du CSTB 3488_V2 « Vitrages Extérieurs Collés – Cahier des prescriptions techniques ».

Les dispositions spécifiques à vérifier dans le cas de VEC sont les suivantes :

- L'effort maximal admissible par unité de longueur, résultant des effets de vent en dépression à l'état limite de service est limité à 950 N/m (0,95 daN/cm) de longueur de joint quelle que soit la hauteur du cordon de mastic ;
- La hauteur du mastic de scellement des vitrages isolants, désignée h_{sc} , ne doit pas être inférieure à 6 mm et elle doit vérifier les conditions suivantes :

La valeur de h_{sc} doit être supérieure à une valeur déterminée comme suit par le Cahier du CSTB 3488-V2« Vitrages Extérieurs Collés » :

$$h_{sc} \geq \frac{\beta \cdot l \cdot q_u}{2000 \cdot \sigma_{des}}$$

Où :

- $q_u = 1.5 W$ pour les parois verticales (dépression) ; W étant la charge de vent caractéristique,
- l = la plus petite dimension en traction en mètre,
- σ_{des} = contrainte admissible en traction en MPa du mastic de scellement.
- β représente la partie de la charge due au vent appliqué au composant extérieur du vitrage et sa valeur est égale à :
 - o 1/2 si e_1 (épaisseur du composant verrier extérieur) est inférieur ou égale à e_2 (épaisseur du composant verrier intérieur),
 - o 1 si $e_1 > e_2$.
- Pour les vitrages feuilletés, e_1 et e_2 sont à considérer en tant qu'épaisseurs équivalentes.

Dans le cas de mise en œuvre en VEC, les prescriptions et les dispositions du guide EOTA N° 002 « Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) » devront être respectées. Par ailleurs, dans le cas de mise en œuvre en VEC, les dispositions afférentes seront complétées par le respect des prescriptions contenues dans le cahier du CSTB n° 3488 « Vitrages Extérieurs Collés – Cahier des Prescriptions Techniques ».

Dans ce cas, il est mis en place un profilé spécifique complémentaire en partie haute entre le caisson et l'intercalaire (dans ces conditions l'usinage dans le caisson haut pour la mise en place du mécanisme d'entraînement est décalé de la valeur nécessaire pour mettre en œuvre le collage).

2.3.2.4. Tolérances

Les tolérances de fabrication du store SoliBlade sont les suivantes :

- Tolérance de +/- 2° sur l'inclinaison des lames.
- Tolérances de +/-1 mm sur l'espacement inter-lames.
- Tolérance de +/-3° sur le tilt lames.

Les différents jeux, concernant le store et son intégration dans le cadre espaceur, ont été intégrés au design pour des raisons de montages et de précision de procédé :

Le positionnement et les tolérances entre le cadre espaceur et le store, selon la largeur de ce dernier (axe x), sont les suivants :

Interface	Distance	Remarque
Espaceur - lame en x	[4 ; 15]	Design (longueur maximale entre les zones de rigidité et l'extrémité des lames)
Profilé - espaceur en x	3,5 (mini 2 mm)	Minimum assuré par une cale à l'intégration

- Le positionnement et les tolérances entre l'espaceur et le store, selon la hauteur de ce dernier (axe z), sont définis pour deux méthodes d'intégration :
 - en calage haut :
 - o Partie supérieure 3mm +/- 1mm.
 - o Partie inférieure 8mm +/- 1mm.
 - en calage bas :
 - o Partie supérieure 8mm +/- 1mm.
 - o Partie inférieure 3mm +/- 1mm.

Le choix du type de calage est principalement esthétique, et au choix du client. Le calage par défaut est le calage haut.

Les tolérances de fabrication des vitrages sont les suivantes :

Vitrage SoliBlade	Epaisseur	Longueur, largeur	Décalage des bords	
			Bord de référence	Autres bords
4/20 Ar/4FE	-0,4 +1	-2 +2	≤ 1	≤ 2
4/20 Ar/44.2FE 6/20 Ar/44.2FE 44.2/20 Ar/44.2FE 44.2/20 Ar/44.6FE	-0,8 +1,2	-3 +3	≤ 1	≤ 3

2.3.2.5. Vérifications complémentaires pour l'utilisation de lames d'argon/air d'épaisseurs inférieures (16 mm ou 18 mm)

Des lames d'argon/air de 18 mm ou 16 mm peuvent être utilisées en remplacement de la lame d'argon/air de 20 mm sous réserve des vérifications supplémentaires suivantes par la société IMMOBLADE, permettant de garantir l'absence de contact simultané avec les deux verres :

- Flèche maximum des composants verriers en conditions hivernales, suivant les dispositions du cahier du CSTB 3242 :
 - 3 mm dans le cas d'une lame d'argon/air de 18 mm
 - 2 mm dans le cas d'une lame d'argon/air de 16 mm

en considérant une température intérieure des locaux de 15°C).

- 3,25 mm dans le cas d'une lame d'argon/air de 18 mm
- 2,25 mm dans le cas d'une lame d'argon/air de 16 mm

en considérant une température intérieure des locaux de 5°C).

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Dispositions générales

Les vitrages peuvent être mis en œuvre dans les châssis soit en atelier, soit sur chantier :

- Dans des châssis fixes verticaux ou présentant un petit d'angle d'inclinaison (maximum 5°),
- Dans des châssis ouvrants et verticaux en position fermée avec les caractéristiques suivantes :
 - Des châssis verticaux ouvrant à la française à un ou deux vantaux, Des fenêtres oscillo-battantes ou à l'Italienne et avec un angle d'ouverture n'excédant pas 15° par rapport à la verticale,
- Dans des châssis avec butée (type galandage ou autre).

Les vitrages isolants SoliBlade sont destinés à être mis en œuvre dans des façades de constructions de destination courante, hors région de montagne dépassant une altitude de 500m.

Les préconisations de transport, stockage et pose d'un double vitrage avec SoliBlade intégré jusqu'au lieu de pose final du vitrage sur le bâtiment sont décrites dans la fiche d'instruction « IMMOBLADE P230 IMB.1GSOL.PRO.019.20 » à destination des entreprises de mise en œuvre.

Le vitrage SoliBlade se transporte et se stocke de la même manière qu'un vitrage standard en veillant à ce qu'il ne soit pas transporté sur chant vertical ; le transport sur chant vertical est toutefois possible dans le cas de vitrages ne comportent qu'un seul store, et d'une hauteur supérieure à 1300 mm.

Les vitrages doivent être protégés du rayonnement solaire lorsqu'ils sont stockés à l'extérieur.

Le vitrage SoliBlade étant un produit personnalisé, le plan de pose incluant la façade de pose doit être strictement respecté.

La pose du vitrage isolant doit respecter strictement le sens prévu du vitrage, à savoir :

- Le profilé de suspension doit être placé en haut du vitrage et le profilé de tension en bas. Leur inversion n'est pas autorisée puisque les deux profilés ne sont pas identiques et ont des fonctions différentes dans le maintien du store.
- Le verre dit extérieur sur lequel est fixé le store ne peut être placé que du côté extérieur du bâtiment et le verre dit intérieur que du côté intérieur, l'inversion modifiant complètement l'orientation des lames et ses performances de protection solaire. Une étiquette est apposée sur le verre intérieur en bas à gauche. Elle indique à la fois la face interne du vitrage et la position haute du vitrage.

L'étiquette, positionnée en bas et à gauche du vitrage, en face interne du vitrage, contient la précision « face interne », et une flèche précisant « haut » (voir figure 6). Cette étiquette rappelle l'identification du vitrage et la référence du menuisier, et précise l'orientation de façade (E, SE, S, SO, O) et la largeur et la hauteur du vitrage.

En cas de défaillance d'un store ou de casse d'un vitrage, le vitrage concerné est déposé et remplacé par un nouveau vitrage de caractéristiques identiques au vitrage initial.

2.4.2. Prise en feuillure sur 4 côtés

La compatibilité des produits constituant les cales, les éléments situés dans l'environnement immédiat des vitrages, et les éventuels calfeutrements d'étanchéité au regard du système de scellement, devra être vérifiée.

Les vitrages isolants IMMOBLADE SoliBlade seront mis en œuvre conformément aux dispositions prévues dans la norme NF DTU 39 « Travaux de Miroiterie – Vitrierie » dans le cas de mise en œuvre avec prises en feuillures sur quatre côtés ou sur deux côtés (feuillures drainées).

2.4.3. Prise en feuillure sur deux côtés horizontaux avec deux côtés verticaux à bords libres

Le mastic de scellement utilisé est dans ce cas est un des mastics silicone listés au paragraphe 2.2.2.3.

Les dispositions indiquées au paragraphe précédent sont applicables et elles sont complétées par les prescriptions ci-après :

- Les éventuelles arêtes accessibles des vitrages seront traitées pour éviter d'occasionner des blessures ;
- Les garnitures d'étanchéité verticales doivent :
 - assurer durablement l'étanchéité entre remplissage,
 - ne pas nuire à la durabilité des vitrages ou de leurs composants ; c'est-à-dire être compatibles avec les produits présents sur les chants des vitrages et permettre l'équilibrage des pressions de vapeur d'eau sur les chants des vitrages également.
- Les feuillures basses seront drainées ;

- Les joints des vitrages au niveau des angles de bâtiment qui présentent généralement des déformations relatives conséquentes, seront conçus pour les absorber.

De façon générale, les dispositions prévues au chapitre 11.3 de la norme NF DTU 39 P1-1 sont applicables.

2.4.4. Mise en œuvre en VEC

Le mastic de scellement utilisé est dans ce cas est un des mastics silicone listés au paragraphe 2.2.2.3.

La mise en œuvre en VEC est possible avec l'un des mastics silicone qui respectent les critères définis dans le guide EOTA N° 002 « Système de Vitrages Extérieurs Collés (VEC) », disposant du label SNJF VI VEC et suivi dans le cadre de la certification CEKAL ou équivalent, et lorsqu'il n'y a pas de couche côté scellement. Dans le cas de vitrages à couches côté scellement précisées au paragraphe 2.1 et utilisées en VEC, les justifications afférentes devront être apportées. La mise en œuvre devra par ailleurs respecter les prescriptions données dans le Cahier du CSTB 3488_V2 « Vitrages Extérieurs Collés – Cahier des Prescriptions Techniques ».

La mise en œuvre en VEC sera réalisée en respectant les règles suivantes :

- L'espace correspondant à la périphérie du joint de scellement doit être drainée dans le cas de VEC dits « bordés » ;
- Dans le cas de VEC dits « non bordés » le décalage des composants verriers sera de 1 mm minimum sur le chant supérieur (toutes tolérances confondues), le vitrage le plus petit étant situé côté extérieur ;
- Dans le cas de VEC « bordés » le calage des vitrages doit intéresser les deux composants verriers, le verre extérieur devant prendre appui sur les cales sur sa demi-épaisseur avec un minimum de 3 mm. Au droit des cales, l'épaisseur du mastic d'étanchéité doit être d'au moins 3 mm. Les longueurs des cales, déterminées selon la norme NF DTU 39, seront multipliées par deux ;
- Dans le cas de VEC « non bordés » le calage doit intéresser l'épaisseur des deux composants. Les longueurs des cales seront déterminées par application de la norme NF DU 39 ;
- La compatibilité des produits constituant les cales et les éventuels calfeutrements d'étanchéité avec le joint de scellement du vitrage devra être vérifiée ;
- Le mastic utilisé pour le collage des vitrages doit bénéficier d'une attestation de conformité « marque SNJF » en cours de validité.

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

Le système est passif puisque l'orientation des lames est figée à la fabrication et en l'absence d'un système de manœuvre, l'utilisation du store ne génère aucune maintenance. Le remplacement d'un vitrage SoliBlade est réalisé par un nouveau vitrage de caractéristiques identiques au vitrage initial.

2.6. Traitement en fin de vie

La gestion du produit en fin de vie (déconstruction, recyclage ou autre procédé) est à la charge du propriétaire de celui-ci en fonction de la réglementation en vigueur et lorsque que le cas se présente.

2.7. Assistance technique.

La société IMMOBLADE est en mesure d'apporter une assistance technique à son client sur simple demande. Une adresse email est réservée aux demandes de Service Après-Vente : sav@immoblade.com

2.8. Principes de fabrication et de contrôle des doubles vitrages SoliBlade

2.8.1. Fabrication des stores SoliBlade

L'ensemble du store est produit par IMMOBLADE sur son site de fabrication à Toulouse : 55 Avenue Breguet, Bâtiment 140 31400 Toulouse.

Les six grandes étapes du processus de fabrication des stores SoliBlade sont :

- Étape 1 : Recueil du besoin client et management de suivi du projet (management des étapes suivantes) suivant procédure interne IMMOBLADE.
- Étape 2 : Ingénierie de personnalisation de la géométrie du store suivant la localisation et l'orientation du bâtiment selon procédure interne IMMOBLADE.

A la suite du recueil du besoin client, les paramètres propres au bâtiment, à savoir sa localisation et l'orientation de ses façades sont entrés dans l'algorithme de personnalisation du store. Ce dernier identifie alors les paramètres du store à savoir :

- Hauteur et largeur du/des stores
- Inclinaison, le tilt et l'espacement inter-lame (réglage)
- Patron numérique et ajustement des gammes de production
- Étape 3 : Réglage des moyens de production suite à l'ingénierie de personnalisation.
- Étape 4 : Préparation des composants.
- Étape 5 : Fabrication des stores.

Les lames formées sont coupées à longueur et encollées de façon personnalisée pour chaque store (longueur et localisation des points de colle). Le bâti d'assemblage permet le réglage de l'angle de tilt et d'inclinaison au degré près et l'espacement

inter-lame au millimètre près. L'opérateur installe les profilés et les fils et procède à l'assemblage définitif. Pour finir, chaque produit est mesuré, contrôlé et identifié par une étiquette. Le contrôle comprend la vérification des angles de tilt et d'inclinaison pour chaque store.

- **Étape 6 :** Conditionnement et transport des stores chez les partenaires vitriers

Le store est stocké à la verticale dans un « sarcophage » en carton, spécialement conçu pour cet usage. L'ensemble des sarcophages sont stockés sur charriot dans une zone dédiée avant transport chez le partenaire verrier.

L'ensemble des sarcophages peut être transporté à la verticale ou à l'horizontale suivant leurs dimensions.

L'ensemble de ces étapes est suivi numériquement par une application GPAO (Gestion de Production Assistée par Ordinateur) propriétaire.

2.8.2. Fabrication des vitrages SoliBlade

La fabrication du vitrage et l'intégration du SoliBlade sont réalisés chez les partenaires transformateurs verriers suivants :

- MACOCCO MIDI (Colomiers),
- GLASSOLUTIONS AUVERGNE ISOLATION (Montmurat),
- COPROVER (Castres).

Les dispositions de fabrication en vitrage isolant sont celles retenues pour les vitrages isolants traditionnels complétées des dispositions spécifiques à l'utilisation d'espaceurs warm-edge conformément aux Documents Techniques d'Application en vigueur. Les partenaires transformateurs verriers d'IMMOBLADE bénéficient, pour des vitrages de même composition mais n'intégrant pas le store SoliBlade, de la certification CEKAL.

Le processus de fabrication des vitrages SoliBlade est légèrement adapté d'un process de fabrication d'un vitrage isolant courant en trois points, sans impact sur la barrière d'étanchéité du vitrage, à savoir :

- Lors de la mise en place des verres sur la ligne

Il est nécessaire d'adapter éventuellement le processus de fabrication du vitrage pour placer que le cadre espaceur soit placé sur le verre sans couche (extérieur).

- Lors de la mise en place de l'espaceur

C'est lors de cette étape qu'est intégré le store SoliBlade dans le vitrage. La ligne de production est mise en pause le temps que les techniciens IMMOBLADE insèrent le store SoliBlade à l'aide d'un outil conçu par IMMOBLADE pour cette étape. Cet outil, réglable pour chaque dimension de store et de verre, permet de maintenir le store et de le positionner correctement par rapport au vitrage sur la ligne.

L'opérateur peut alors venir coller le store SoliBlade contre le verre en exerçant une pression calibrée à l'aide d'un outil développé à cet effet. Il peut ensuite retirer l'outil et relancer la ligne de production.

- Lors de l'étiquetage.

L'opérateur vient déposer une étiquette en bas à gauche de la face interne. Cette dernière permet d'une part d'identifier le vitrage par rapport au bâtiment et façade devant le recevoir et d'autre part de faciliter son installation sur site (voir paragraphe 2.1.3).

2.8.3. Contrôles

2.8.3.1. Contrôles relatifs à la fabrication des stores SoliBlade

Lors de la production des stores SoliBlade, des jalons de contrôles sont appliqués à chaque étape de fabrication :

Numérotation	Description du contrôle
Q ₀	Vérification des paramètres du vitrage
Q ₁	Vérification des matériaux entrants
Q ₂	Contrôle pendant la fabrication du store
Q ₃	Contrôle sortie d'usine IMMOBLADE
Q ₄	Contrôle d'entrée chez le vitrier

Une description détaillée des jalons de contrôles est visible en annexe.

2.8.3.2. Contrôles relatifs à la fabrication des vitrages SoliBlade

Le verrier utilise sa procédure interne. Tous les contrôles et processus de qualité interne du verrier sont applicables dans le cadre de la fabrication d'un vitrage SoliBlade.

Que cela soit au niveau :

- des contrôles sur matières premières,
- des contrôles en cours de production,
- des contrôles journaliers sur produits finis,

les modalités, critères et fréquences des contrôles sont conformes à ceux prévus par la norme EN 1279-6, pour ce qui concerne les contrôles habituels.

Les contrôles spécifiques au SoliBlade suivants sont réalisés :

Q_5	Contrôle de sortie chez le vitrier
-------	------------------------------------

Une description détaillée des jalons de contrôles est visible en annexe.

2.8.4. Registre

Afin d'avoir une traçabilité des productions, pour chaque ordre de fabrication, une fiche suiveuse numérique est établie. Elle reprend toutes les étapes de fabrication. Elle permet d'enregistrer les résultats des contrôles et les observations éventuelles.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

- Essai de compatibilité composants du store SoliBlade / couche faiblement émissive Planitherm XN (rapport du CEBTP BEB7.M.0029 de septembre 2022)
- Essai de fogging sur vitrage SoliBlade (rapport du CEBTP BEB7-K-0001 de janvier 2020)
- Essai de cycles climatiques et périodes haute humidité suivant DTU 39 P162 annexe B, avec analyse de store et mesure de la pénétration d'humidité (rapport du CSTB DBV-22-11112 et DBV-22-10898_A de février 2023)
- Mesures de remplissage en gaz de vitrages SoliBlade dans les usines Auvergne Isolation (rapport du CSTB DBV-23-24137 de novembre 2023) et Macocco Midi (rapport du CSTB DBV-23-24653 de novembre 2023)
- Essai de vieillissement WOM 4000h sur composants du store SoliBlade, adhésion sur verre et liaisons entre constituants du store (rapport du CSTB DBV-22-10201 de mars 2023)
- Essais de cisaillement adhésif sur verre à 65°C (rapport du CSTB DBV-22-14948-IMMOBLADE de février 2023 et rapport de Continental 230412REL-EX3646 V2.0 de mai 2023)
- Analyse des essais de cisaillement de la jonction profilé/verre, prenant en compte la hauteur maximale des vitrages (rapport IMMOBLADE IMB.1GSOL.TN.011.23 de juin 2023)
- Note de justification des marges de sécurité (rapport IMMOBLADE IMB.1GSOL.TN.023.20 de septembre 2023)
- Essai de charges de vent (10 000 cycles) sur vitrage SoliBlade (rapport du CSTB DEB 22-12975 de novembre 2022)
- Essai d'endurance (5000 cycles) sur vitrage coulissant SoliBlade (rapport IMMOBLADE IMB.1GSOL.TST.046.23 d'octobre 2023)
- Essais de caractérisation des lames SoliBlade (mesure de coefficient de réflexion énergétique par Thermacs Ingénierie, rapport de novembre 2023 et mesure de l'émissivité par Thermacs Ingénierie, rapport de novembre 2023)
- Mesures géométriques des lames SoliBlade
- Mesures de transmission lumineuse et énergétique d'un vitrage SoliBlade en fonction de l'angle d'incidence (rapport du CSTB DBV-22-13664)
- Rapport de mesures énergétiques en transmission et réflexion d'un vitrage SoliBlade (rapport IMMOBLADE n°IMB.1GSOL.TN.034.23 de novembre 2023)
- Rapport d'étude pour la validation des températures maximales, des écarts de température et des facteurs solaires, facteurs solaires été et facteurs solaires hiver (rapport CSTB n° DEB/R2EB-2024-011-BR/LB de mars 2024)

2.9.2. Références chantiers

- ENSAM, Montpellier – 275 m²,
 - Marché d'Intérêt National, Châteaurenard – 53 m²,
 - Lycée Victor Hugo, Colomiers – 34 m²,
 - Ecole maternelle Rachel Cabane, Saint-Hippolyte-du-Fort – 60 m²,
 - Rénovation du bâtiment Zeus, Montpellier – 57m²,
 - Divers pilotes sur des petites surfaces.
- On note également plusieurs références chantiers sur une version antérieure du produit :
- 2 m² de vitrage sur le bâtiment de la société GA au 8 chemin de la Terrasse à Toulouse,
 - 6 m² de vitrage au collège OGEC Sainte-Thérèse au 16 rue du docteur Jean Arlaud à Toulouse,
 - 6,5 m² de vitrage au collège Anatole France au 6 avenue de Lespinet à Toulouse,
 - 56 m² pour le Centre de Gestion du département de l'Ariège à Foix,
 - 40 m² pour des appartements d'habitation, rue Cantagruel à Paris,
 - 7.2 m² pour des baraques de Chantier à Gentilly,
 - 87 m² pour un Lycée à Colomiers,
 - 28 m² pour une Centre des Finances Publiques à Denain.

2.10. Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique

Figure 1 – Représentation d'un vitrage Soliblade



Figure 2 – Illustration du principe d'un vitrage Soliblade

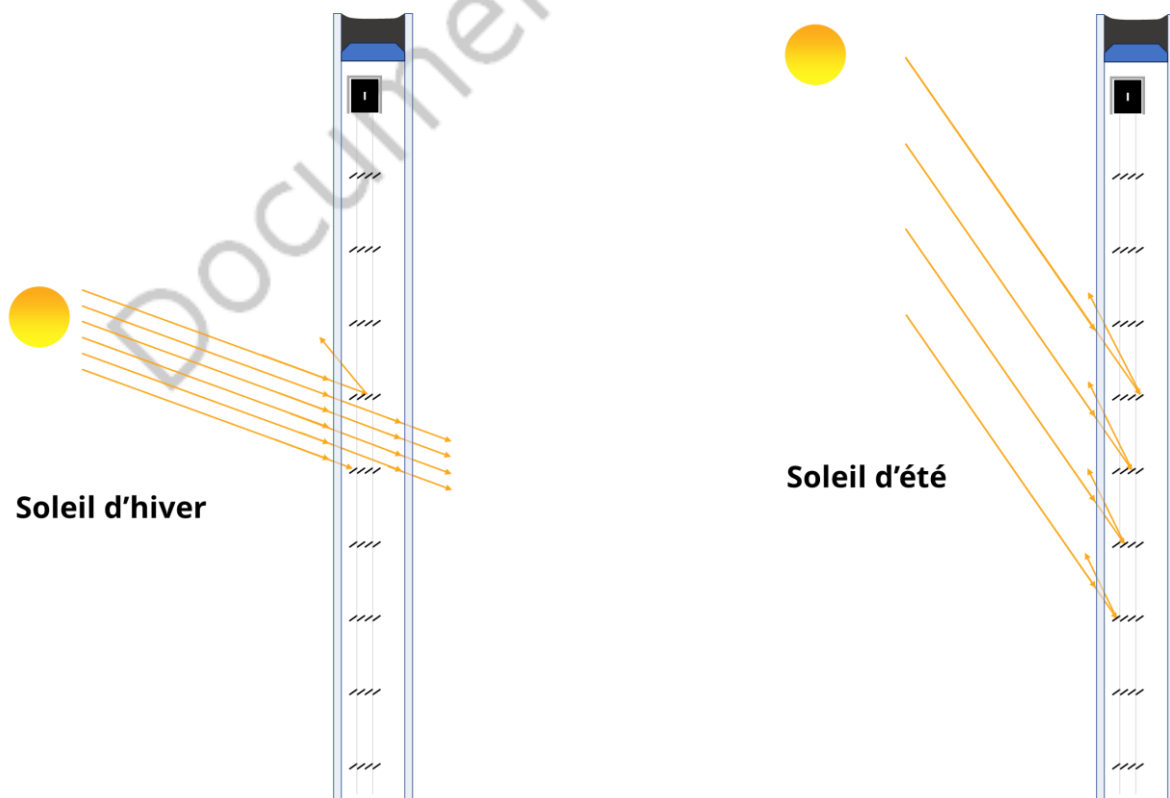


Figure 3 - Vues schématiques du store Soliblade

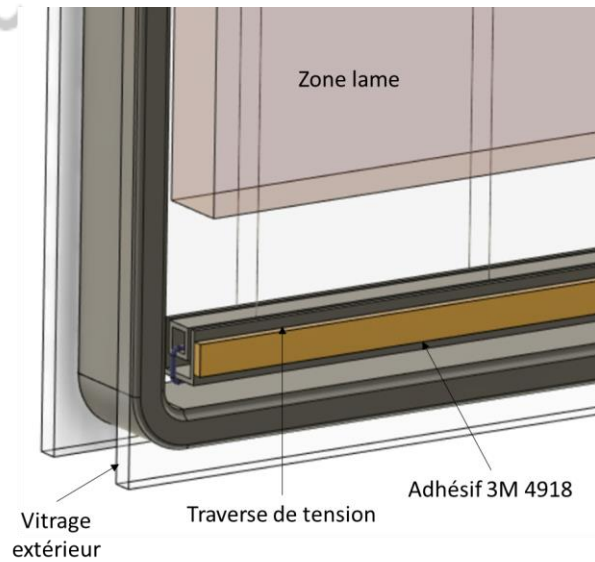
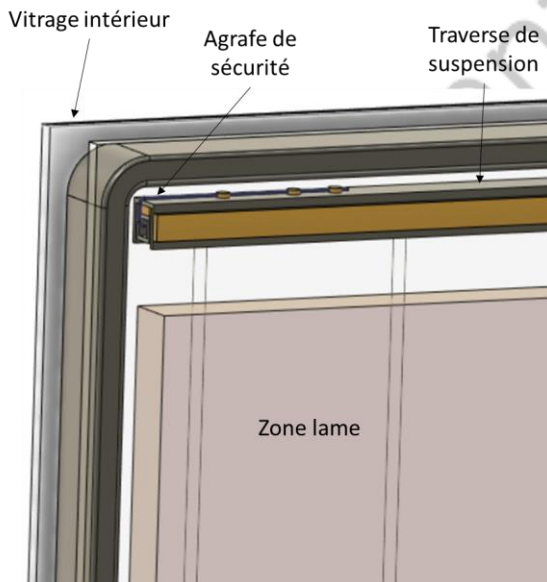
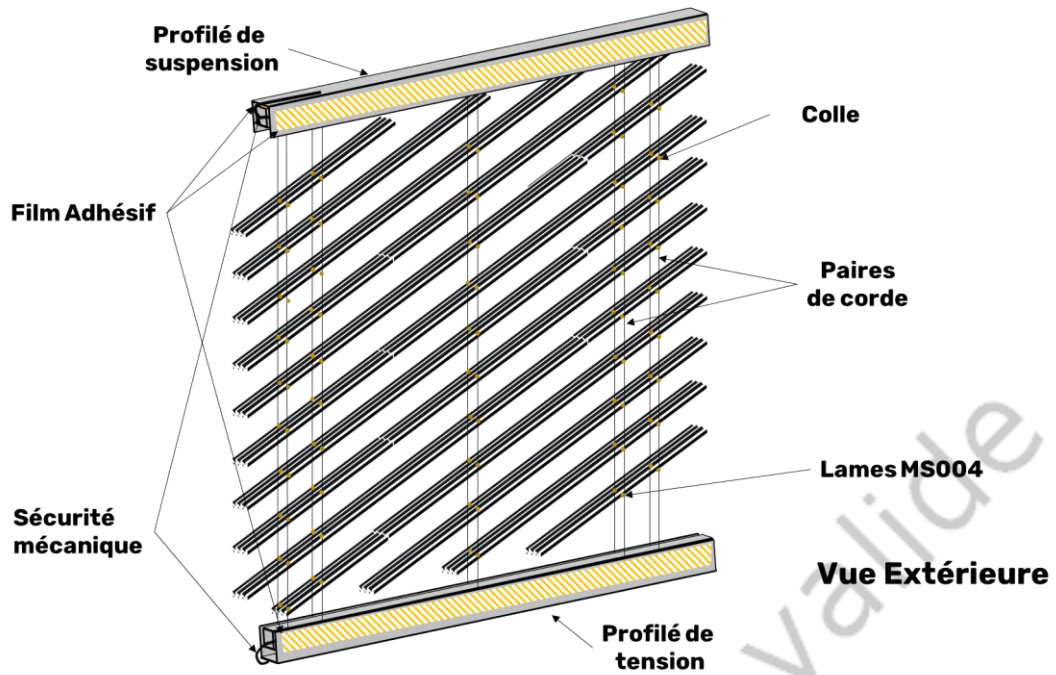


Figure 4 - Représentation schématique en coupe d'une lame de store SoliBlade

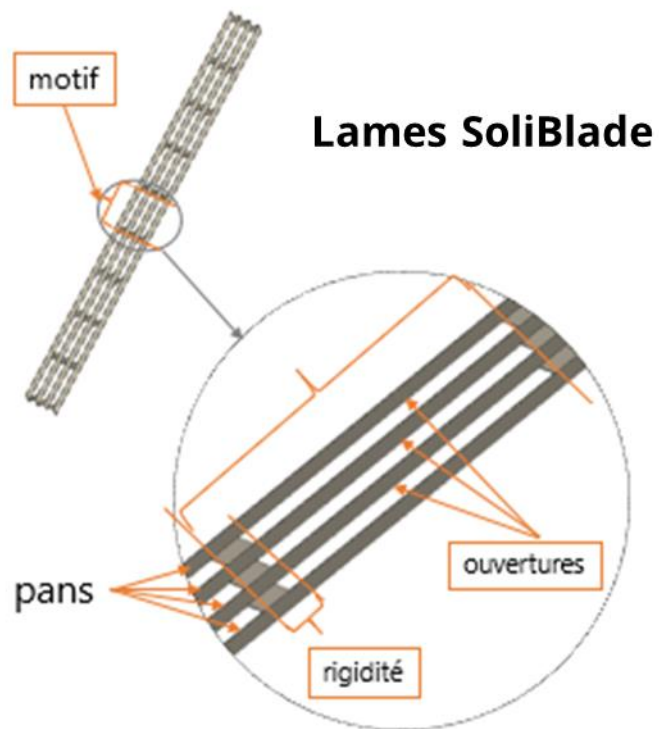


Figure 4 - Représentation des angles d'inclinaison et tilt

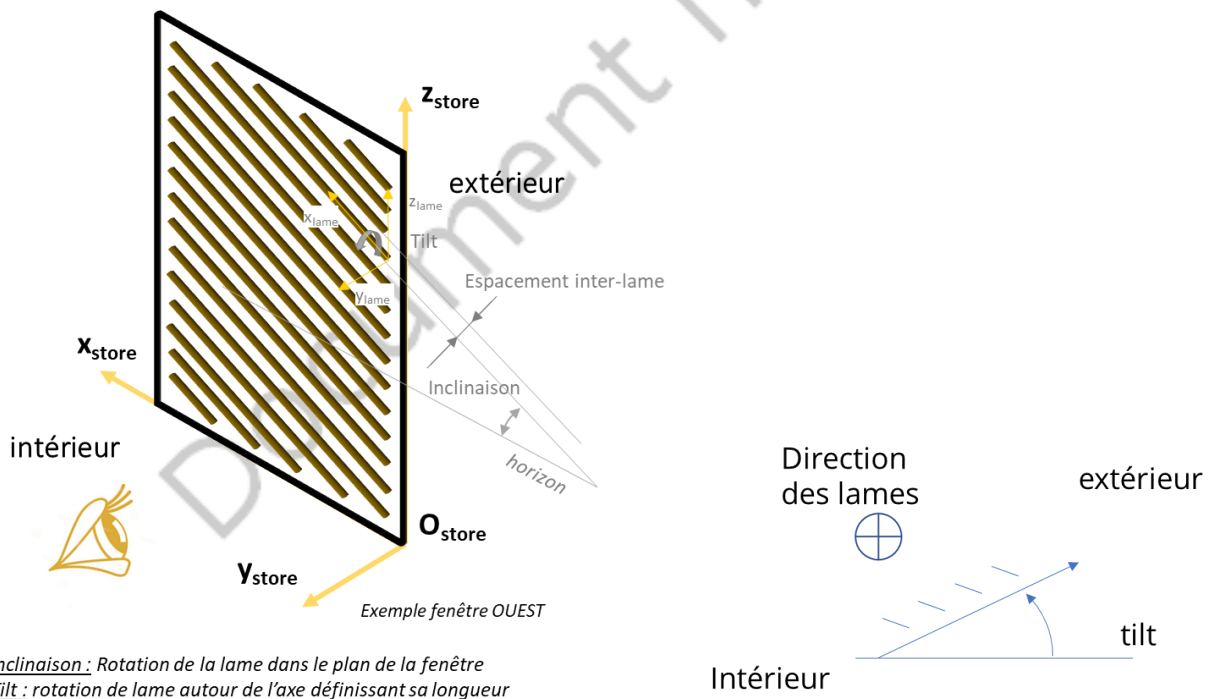
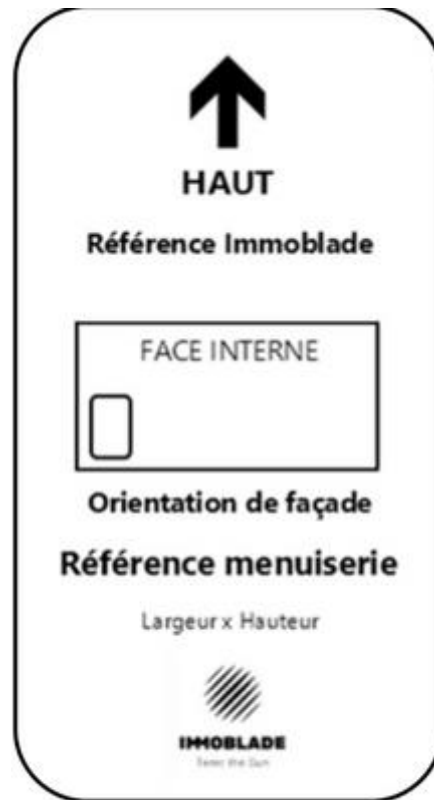


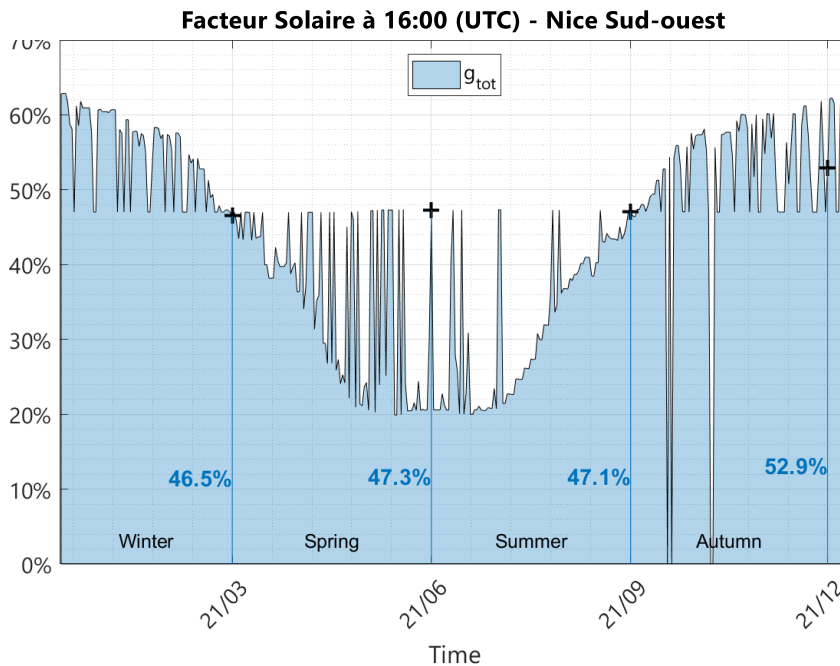
Figure 6 - Etiquette d'identification du produit SoliBlade



Etiquette

Document n° valide

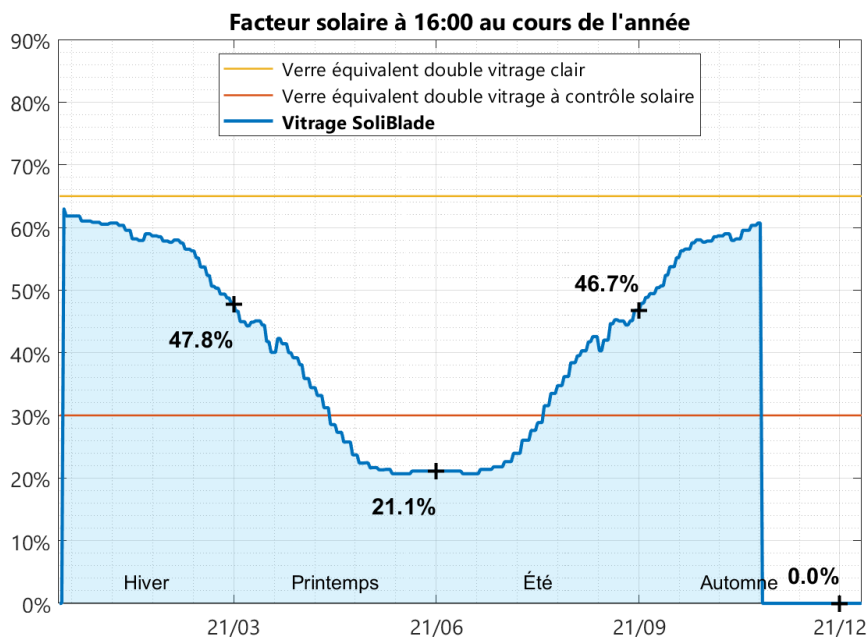
Figure 7 - Facteur solaire à 16h (UTC) pour un vitrage Sud-Ouest à Nice – composition 4/20/4FE et scénario RE-2020-BC



Le graphique montre le calcul du facteur solaire (et de ses principales composantes) au cours de l'année, à l'heure où le vitrage reçoit le plus de flux solaire. Ce calcul prend en compte le scénario météorologique RE2020 Th-BC pour la zone considérée. Les « dents de peigne » correspondent aux jours de mauvais temps, où le facteur solaire se résume à un facteur moyen s'appliquant à la lumière diffuse. L'heure est l'heure UTC (c'est-à-dire 17h en heure légale hiver, et 18h en heure légale été)

Au sens de la norme EN NF 52022, le facteur solaire se compose de la Transmission directe de l'énergie solaire (τ_e) plus les deux composantes de chaleur rentrante, chaleur rentrant par conduction /convection (g_c) et chaleur rentrant par radiation infra-rouge (g_{th}).

Figure 8 : Facteur solaire à 16h (UTC) pour un vitrage Sud-Ouest à Nice – composition 4/20/4FE et scénario plein soleil



Ce graphique est similaire au précédent, mais en prenant un scénario météorologique fictif de plein soleil pour tous les jours de l'année. Le facteur solaire est à zéro lorsque l'élévation du soleil est inférieure à 3 degrés.

ANNEXE 1

Tableau descriptif des principaux contrôles

	Type de contrôle	Essai ou méthode de contrôle	Critère	Nombre minimum d'échantillons	Fréquence minimale de contrôle
Contrôle de production en usine (ou FPC)					
Q ₀	Vérification des paramètres vitrages	Contrôle des données de sortie du logiciel suivant document IMB.1GSOL.TN.025.20	Performance protection solaire : <i>Conforme / Non Conforme</i>	Chaque projet	Chaque projet
		Contrôle de la faisabilité production suivant procédure outillage IMB.1GSOL.TN.025.20	Faisabilité du réglage sur le moyen : <i>Conforme / Non Conforme</i>	Chaque projet	Chaque projet
Q ₁	Vérification des matériaux lors de leur réception	Contrôle à réception des lames: - suivant la procédure IMB.1GSOL.PRO.017.23 - certificat de conformité du fournisseur	Géométrie de la matière première : <i>Conforme / Non Conforme</i>	1 lame	1/1000 lame
			Performance de la matière première : <i>Conforme / Non conforme</i>	1 certificat de conformité	Chaque commande
		Contrôle à réception des adhésifs 3M 9mm, et 3M 6 mm	Performance de la matière première : <i>Conforme / Non conforme</i>	1 certificat de conformité	Chaque lot (correspondant à chaque commande)
			Essai sur l'ensemble profilés/adhésifs collé sur verre, à 58°C pendant 7 jours selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.044.23	3 échantillons par lot	
		Contrôle du certificat de conformité à réception de la colle	Performance de la matière première : <i>Conforme / Non Conforme</i>	1 certificat de conformité	Chaque commande
		Contrôle du certificat de conformité à réception des fils	Performance de la matière première : <i>Conforme / Non Conforme</i>	1 certificat de conformité	Chaque commande
		Contrôle du certificat de conformité à réception des profilés carrés et des profilés en U	Performance de la matière première : <i>Conforme / Non Conforme</i>	certificat de conformité + QUALANOD	Chaque commande
			Essai sur l'ensemble profilés/adhésifs collé sur verre, à 58°C pendant 7 jours selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.044.23	3 échantillons par lot	Chaque lot d'anodisation
Q ₂	Contrôle pendant fabrication	Contrôle des différentes étapes de production selon les procédures : IMB.1GSOL.PRO.018.19 IMB.1GSOL.PRO.020.19 IMB.1GSOL.PRO.022.19 IMB.1GSOL.PRO.004.20	Etapes de contrôle lors de la production : <i>création de NC et rectification par l'opérateur</i>	1 store	Chaque store
		Contrôle des paramètres clés en fin de production selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.006.20	Mesures via moyen de contrôle interne Dimensions Inclinaison Tilt	1 store	Chaque store Chaque store Chaque référence*

		Contrôle sur les liaisons verre/profilé et profilé en U/profilé carré selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.007.24	$\geq 0,20$ MPa à la rupture	2 échantillons verre/profilé et 2 échantillons profilé en U/profilé carré	Chaque équipe de préparation des profilés
Q ₃	Contrôle sortie d'usine IMMOBLADE	Contrôle de l'aspect visuel du store avant sortie d'usine selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.008.21	Contrôlé visuel	1 store	Chaque store
Q ₄	Contrôle d'entrée usine vitrier	Aspect visuel du store selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.036.20	Contrôle visuel	1 store	Chaque store
Q ₅	Contrôle sortie d'usine	Aspect visuel store intégré selon la procédure IMB.1GSOL.PRO.037.20	Contrôle visuel	1 vitre	Chaque vitre
			Contact adhésif - verre		Une fois tous les 20 vitrages
		Vérification étiquetage	N/A		Chaque vitrage

* Même référence = vitrage identique

ANNEXE 2

Informations nécessaires pour la réalisation des calculs de vérification

- Bâtiment :
 - Localisation exacte : adresse postale
 - Est-il situé en environnement urbain ?
 - L'altitude du bâtiment est-elle inférieure à 500 m ?
 - Dimensions du bâtiment (en m) : longueur, largeur, hauteur totale
 - Catégorie de terrain
 - Le bâtiment est-il chauffé en hiver ?
 - Le bâtiment est-il climatisé en été ?
- Orientation de la façade où sera installé le vitrage
- Dimensions et composition du vitrage (dimensions en épaisseurs en mm)
- Caractéristiques des produits verriers (recuits, trempés, durcis)
- Eventuellement : pressions de vent spécifiques
- Le cas échéant, l'altitude de transit
- Type de maintien : VEC, vitrage pareclosé
- Prise en feuillure (2 côtés / 4 côtés)
- Inertie des feuillures au sens du §7.1 du DTU 39 P3