

Sur le procédé

TERMOLUX SAFE

Famille de produit/Procédé : Vitrage feuilleté

Titulaire(s) : Termolux SA

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
V3	Cette révision de l'Avis Technique 6/14-2176_V2, présentée lors de la réunion du 25 juin, intègre les modifications principales suivantes : modification de la référence d'intercalaire PVB.	Yann FAISANT	Pierre MARTIN

Descripteur :

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont constitués par deux composants verriers entre lesquels est inséré un complexe constitué d'un matelas de fibre de verre en partie centrale situé entre deux films PVB. La liaison mécanique des deux composants verriers est réalisée en périmétrie par du PVB.

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont translucides et ils diffusent et réfléchissent partiellement la lumière.

Les vitrages TERMOLUX SAFE peuvent être carrés, rectangulaires, de forme quelconque (trapèzes, triangles...) ; ils peuvent également comporter un bord courbe.

Ces vitrages ne peuvent pas être découpés ou façonnés après réalisation.

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.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées	7
2.1.2.	Identification	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Matériaux.....	7
2.3.	Dispositions de conception	7
2.3.1.	Compositions et dimensions des vitrages TERMOLUX SAFE	7
2.3.2.	Tolérances.....	8
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	8
2.4.1.	Vitrages TERMOLUX SAFE utilisés seuls	8
2.4.2.	Vitrages TERMOLUX SAFE utilisés en tant que composants de vitrages isolants ou respirants	9
2.5.	Utilisation et maintien en service du produit ou procédé.....	9
2.6.	Traitement en fin de vie	9
2.7.	Assistance technique.	9
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle des vitrages TERMOLUX SAFE	9
2.8.1.	Processus de fabrication	9
2.8.2.	Contrôles et registres.....	9
2.9.	Mention des justificatifs	10
2.9.1.	Résultats Expérimentaux	10
2.9.2.	Références chantiers.....	10
2.10.	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

Le domaine d'emploi est le suivant :

- Les vitrages seront mis en œuvre conformément à la norme NF DTU 39 qu'ils soient utilisés seuls ou en tant que composant de vitrages isolants (feuillure drainée, calage...).
- Pour le calcul des vitrages TERMOLUX SAFE, il sera pris en compte un coefficient ε_2 égal à 1,6 (et ceci au regard du paragraphe 7.4.2 du document NF DTU 39 P4).
- La température maximale atteinte des vitrages TERMOLUX SAFE est limitée à 60°C.
- Lorsque les vitrages TERMOLUX SAFE comportent un composant verrier trempé et si celui-ci est en position inférieure en paroi inclinée, l'angle maximum est de 5° par rapport à la verticale (que cela soit vers l'intérieur ou vers l'extérieur des locaux).
- En paroi inclinée et dans le cas de vitrage isolant (angle par rapport à la verticale supérieur à 5°), deux configurations peuvent être rencontrées :
 - soit les vitrages TERMOLUX SAFE constituent le composant verrier supérieur d'un vitrage isolant ; dans ce cas le composant verrier inférieur devra être un vitrage feuilleté répondant aux prescriptions du fascicule de documentation FD DTU 39 P5, ainsi que le vitrage isolant dans son ensemble,
 - soit les vitrages TERMOLUX SAFE constituent le composant inférieur du vitrage isolant. Dans ce cas le composant verrier inférieur des vitrages TERMOLUX SAFE est un vitrage feuilleté répondant aux exigences du FD DTU 39 PS (classement 2B2).
- En paroi inclinée et dans le cas de vitrages TERMOLUX SAFE utilisés seuls (angles par rapport à la verticale supérieur à 5°) le composant verrier inférieur sera un vitrage feuilleté répondant aux exigences du FD DTU 39 P5.
- Une vérification de la tenue aux chocs thermiques sera réalisée si les composants sont recuits (vitrage simple ou composant de vitrage isolant) que les chants soient bruts ou traités JPI ou JPP.
- Les vitrages TERMOLUX SAFE sont mis en œuvre avec une prise en feuillure sur 4 côtés, 3 côtés ou 2 côtés que cela soit en vitrage simple ou en tant que composant verrier de vitrage isolant. Dans le cas de bandes filantes, les règles habituelles seront respectées.
- Les vitrages TERMOLUX SAFE lorsqu'ils sont utilisés seuls sont utilisables dans des châssis de rigidité minimale, tels que défini dans le document FD DTU 36.5 P3.
- Lorsque ces vitrages sont utilisés en tant que composant verrier de vitrages isolants, les éventuelles limitations de rigidité de ces derniers au regard du document FD DTU 36-5 P3 seront appliquées.
- Les vitrages TERMOLUX SAFE ne peuvent pas être mis en œuvre à une altitude supérieure à 2500 m.
- Les vitrages TERMOLUX SAFE ne peuvent pas comporter de couches côté PVB en conséquence lorsqu'ils sont utilisés en tant que composants de vitrages isolants, la couche sera, le cas échéant, située sur l'une des faces externes des composants verriers
- Les vitrages TERMOLUX SAFE sont fabriqués en volumes plans, de forme carrée, trapézoïdale, triangulaire ; ils peuvent comporter un bord courbe.

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 TERMOLUX SAFE 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 (ou procédé) sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

1.2.1.2. Sécurité au regard du risque de chute des personnes dans le vide – Sécurité au regard des risques de blessures en cas de heurt – Sécurité vis-à-vis des risques de chute de morceaux de verre

Lorsque les vitrages TERMOLUX SAFE doivent assurer des fonctions de sécurité au regard des risques de chute dans le vide, les composants verriers auront une épaisseur minimale nominale de 4 mm (pour répondre au classement 1B1 selon les essais réalisés) et ils ne comporteront pas de couche côté PVB, ni de composants verriers imprimés.

Ils peuvent également, dans ces conditions, répondre aux exigences de sécurité au regard du risque de blessure en cas de heurt.

Que les vitrages TERMOLUX SAFE soient utilisés seuls ou en tant que composant verrier de vitrages isolants, les dispositions prévues au paragraphe 4.2 du document FD DTU P5 sont applicables lorsque la sécurité contre les chutes des personnes dans le vide est requise et ceci au regard des essais à réaliser. Cependant, les dispositions concernant le paragraphe 4.2.4. « Vitrages réputés satisfaisants sans essai » ne sont pas applicables, en conséquence des essais de chocs devront être réalisés au cas par cas selon le paragraphe 4.2.2.2 et suivant les configurations du tableau 1 du document FD DTU 39 P5.

En paroi inclinée les dispositions prévues dans le domaine d'emploi accepté seront appliquées à savoir que le composant verrier inférieur est un vitrage feuilleté répondant aux exigences du FD DTU 39 P5 dans le cas de vitrage TERMOLUX SAFE utilisé seul ou en tant que composant verrier inférieur d'un vitrage isolant.

1.2.1.3. Sécurité aux charges climatiques, au poids propre et au vent

Elle est satisfaite par application de la norme NF DTU 39 en considérant pour le calcul des vitrages TERMOLUX SAFE un coefficient $\varepsilon_2 = 1,6$ selon le paragraphe 7.4.2 du document NF DTU 39 P4.

En cas de montage en vitrage isolant, le coefficient ε_1 défini au paragraphe 7.4.1 du document NF DTU 39 P4 est applicable. Les spécifications contenues dans le paragraphe 9.2 du document NF DTU 39 P4 sont également applicables (flèches).

En paroi inclinée, les dispositions particulières à prendre sont précisées dans le domaine d'emploi accepté et dans le dossier technique.

1.2.1.4. Tenue au regard des contraintes thermiques

Elle est satisfaite par le respect de la norme NF DTU 39 P3.

Dans le cas de compositions dont les caractéristiques énergétiques ne sont pas précisées dans le dossier technique, des caractérisations spectrophotométriques préalables devront être réalisées par un laboratoire indépendant reconnu.

1.2.1.5. Réaction au feu

Elle doit être appréciée dans les mêmes conditions que celles des façades vitrées avec des vitrages simples de même nature.

1.2.1.6. Isolation thermique

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont utilisés soit seuls soit généralement en tant que composant de vitrages isolants.

La méthode de détermination des coefficients de transmission thermique U_g des vitrages TERMOLUX SAFE (utilisés seuls ou en tant que composant de vitrages isolants) doit être conforme à la norme EN 673 en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- conductivité thermique de la fibre de verre équivalente à celle du verre soit $1 \text{ W}/(\text{m.K})$,
- conductivité thermique du PVB : $0,2 \text{ W}/(\text{m.K})$,
- caractéristique le cas échéant du vitrage isolant (lame air/gaz, couche faiblement émissive...).

Le calcul des coefficients Ψ_g à la jonction menuiserie vitrage devra être réalisé conformément au paragraphe 2.11 des règles Th-Bat édition 2017.

1.2.1.7. Isolation acoustique

Le comportement au regard de l'isolation acoustique des vitrages TERMOLUX SAFE qu'ils soient utilisés seuls ou en tant que composants de vitrages isolants, devra être vérifié par essais si des prescriptions sont requises.

1.2.2. Durabilité

Le risque principal est l'accumulation de condensation entre les deux vitrages en raison d'une anomalie ou d'une défaillance de la barrière de butyral de polyvinyle périmétrique.

Les résultats des vérifications expérimentales réalisées, la mise en œuvre en feuillure drainée, les dispositions prises par le fabricant lors de la réalisation des vitrages TERMOLUX SAFE et l'expérience en œuvre, conduisent à considérer ce risque comme faible dans des délais habituellement requis pour ce type de produit. Il en est de même pour les risques de délaminage.

Il convient par ailleurs de noter que les défaillances de la barrière périmétrique d'étanchéité auront pour conséquence des variations d'aspect des vitrages concernés et à plus long terme une éventuelle altération de l'adhérence entre films PVB et vitrage.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les vitrages TERMOLUX SAFE 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.

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 vitrages, un contrôle permanent selon les modalités et fréquences précisées dans le dossier technique. Les dispositions prises par la société TERMOLUX S.A. sont propres à assurer la constance de qualité des vitrages TERMOLUX SAFE. Le contrôle interne de fabrication fait l'objet d'un suivi du CSTB à raison de deux visites par an.

Dans le cas de montage en vitrage isolant, la fabrication correspondante devra faire l'objet de la certification CEKAL ou équivalent.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 6 a noté que les vitrages TERMOLUX SAFE peuvent être utilisés sous certaines conditions pour répondre à des exigences de sécurité que cela soit au regard de la protection des personnes vis-à-vis des risques de chute dans le vide

et des risques de blessure en cas de heurt. Il a dans ce cadre, noté que les essais réalisés sur des vitrages TERMOLUX SAFE avec composants verriers clairs recuits de 4 mm avaient donné un classement 1B1.

Au regard du paragraphe 4.2.4 du document DTU 39 P5 désigné « vitrages réputés satisfaisants sans essai », le Groupe Spécialisé n° 6 a considéré que ces dispositions n'étaient pas applicables de par la configuration spécifique des vitrages TERMOLUX SAFE et qu'en cas de protection au regard de la protection des personnes vis-à-vis des risques de chute dans le vide, des essais devaient être réalisés au cas par cas selon le paragraphe 4.2 du même document.

Le Groupe Spécialisé n° 6 a également noté qu'en paroi inclinée (angle > 5° par rapport à la verticale) le composant verrier inférieur doit être un vitrage feuilleté répondant aux prescriptions du fascicule de documentation DTU 39 P5.

Cette disposition s'applique à toute configuration et en particulier au composant verrier inférieur des vitrages TERMOLUX SAFE utilisés seuls ou en tant que composant verrier inférieur d'un vitrage isolant.

En cas de défaillance de la barrière d'étanchéité périmétrique en PVB de 9 mm d'épaisseur nominale, l'humidité qui pénétrera dans la zone comportant la fibre de verre pourra générer un délaminage des interfaces verre PVB, cependant ceci ne paraît pouvoir se développer qu'à long terme.

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 : Termolux SA

Corso S. Gottardo 52

CH-6830 CHIASSO

Tél. : 00 41 91 695 16 60

Fax : 00 41 91 695 16 77

E-mail : info@termolux.ch

Internet : www.termolux.ch

2.1.2. Identification

Les vitrages TERMOLUX SAFE comportent une identification par étiquette autocollante indiquant le nom du client, le nom du produit, les composants verriers et les dimensions.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont constitués par deux composants verriers entre lesquels est inséré un complexe constitué d'un matelas de fibres de verre en partie centrale situé entre deux films PVB. La liaison mécanique des deux composants verriers est réalisée en périmétrie par du PVB.

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont translucides, ils diffusent et réfléchissent partiellement la lumière.

L'épaisseur nominale du matelas de fibres de verre est de 1,5 mm.

Les vitrages TERMOLUX SAFE peuvent être carrés, rectangulaires, de forme quelconque (trapèzes, triangles...) ; ils peuvent également comporter un bord courbe.

Ces vitrages ne peuvent pas être découpés ou façonnés après réalisation.

2.2.2. Matériaux

2.2.2.1. Produits verriers

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont fabriqués avec les produits verriers plans suivants :

- Glace claire de 4 mm, 5 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm ou 12 mm.
- Verre à couche avec la couche située côté opposé à la fibre de verre et donc au film PVB et conforme à la norme EN 1096.
- Verre imprimé conforme à la norme EN 572.5 avec le relief situé systématiquement côté opposé à la fibre de verre. Les vitrages TERMOLUX SAFE avec verre imprimé comportent une surface sensiblement uniforme côté fibre de verre.

Les composants des vitrages utilisés peuvent être recuits, durcis, trempés ou feuilletés et ils doivent être conformes aux normes européennes afférentes.

Les chants des vitrages recuits sont le cas échéant traités de type JPI ou JPP.

2.2.2.2. Fibres de verre

La fibre de verre utilisée, de code d'identification 310998, ne comporte pas de liant, et l'épaisseur du matelas correspondant est de 1,5 mm environ.

2.2.2.3. Intercalaires PVB

Il est utilisé l'intercalaire PVB B270R « CLEAR » en épaisseur de 0,76 mm de KURARAY.

Sur la périphérie et sur une largeur nominale de 9 mm, il est positionné des bandes de PVB permettant de compenser l'épaisseur du matelas de fibre de verre (en retrait de 10 mm nominal par rapport aux chants).

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Compositions et dimensions des vitrages TERMOLUX SAFE

Les vitrages TERMOLUX SAFE diffusent et réfléchissent partiellement la lumière. Ils sont constitués par deux composants verriers comportant entre eux un complexe constitué dans sa partie centrale par un matelas de fibre de verre de 1,5 mm d'épaisseur environ et de part et d'autre de deux films PVB de 0,76 mm d'épaisseur nominale. L'épaisseur totale du complexe est donc de 3 mm environ.

Le matelas de fibre de verre est constitué de nappes élémentaires dont les fibres de verre sont inclinées par rapport à celles des nappes élémentaires adjacentes.

Les orientations des fibres sont équivalentes toutes les deux nappes.

Sur la périphérie et sur une largeur nominale de 9 mm, deux bandes de films PVB sont positionnées de telle sorte qu'après le processus de réalisation des vitrages TERMOLUX SAFE, ils sont scellés hermétiquement (sur leur périphérie) par une bande de PVB. Les bandes sont réalisées avec du PVB clair.

La figure 1 illustre le positionnement de la nappe de fibres de verre, des intercalaires PVB et de la bordure PVB des vitrages TERMOLUX SAFE.

Les compositions et dimensions maximales sont les suivantes : 180 cm x 300 cm.

La hauteur nominale de la bande périmétrique en PVB est de 9 mm (tolérances ± 1 mm).

Dans le cas de compositions spécifiques (vitrages à couches) les caractéristiques spectrophotométriques seront déterminées expérimentalement le cas échéant.

Dans le cadre de cet Avis Technique, il est uniquement visé des vitrages à couches qui sont toujours positionnés côté opposé à la fibre de verre (et donc au film PVB).

2.3.2. Tolérances

Les tolérances par rapport aux côtes nominales sont les suivantes :

- Hauteur du scellement PVB périmétrique : 9 ± 1 mm.
- Dimensions en plan des vitrages :
 - épaisseur totale inférieure ou égale à 11 mm : ± 2 mm,
 - épaisseur totale supérieure à 11 mm : ± 3 mm,
- Epaisseur : $\pm 0,5$ mm.
- Amplitude maximale de variation d'épaisseur sur un vitrage : 0,5 mm.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

Les vitrages TERMOLUX SAFE seront mis en œuvre :

- soit avec une prise en feuillure sur 4 côtés,
- soit avec une prise en feuillures sur 3 côtés ou sur 2 côtés.

Ces dispositions s'appliquent qu'ils soient mis en œuvre seuls ou en tant que composant verrier de vitrage isolant.

Lorsque les vitrages TERMOLUX SAFE doivent assurer des fonctions de sécurité au regard de la chute dans le vide, les composants verriers auront une épaisseur minimale de 4 mm (pour répondre au classement 1B1 selon les essais réalisés) et ils ne comporteront pas de couche côté PVB ou de composants verriers imprimés.

Ils peuvent également dans ces conditions, répondre aux exigences de sécurité en cas de bris au regard du risque de blessure en cas de heurt.

Lorsqu'ils sont mis en œuvre en tant que composant de vitrage isolant, les vitrages TERMOLUX SAFE constituent généralement le composant verrier extérieur du vitrage isolant. Par ailleurs, les fibres de verre sont également généralement disposées de telle sorte que leur inclinaison avec l'horizontale corresponde à un angle de l'ordre de 30°.

Cependant, pour des choix architecturaux, les dispositions précédentes peuvent être différentes (vitrage TERMOLUX SAFE utilisé en tant que composant verrier intérieur de vitrage isolant et/ou inclinaison des fibres faisant un angle de 30° environ avec la verticale).

En paroi inclinée :

- soit les vitrages TERMOLUX SAFE constituent le composant verrier supérieur d'un vitrage isolant dans ce cas le composant verrier inférieur devra être un vitrage feuilleté répondant aux prescriptions du fascicule FD DTU 39 P5, ainsi que le vitrage isolant,
- soit les vitrages TERMOLUX SAFE sont utilisés seuls ou constituent l'élément inférieur du vitrage isolant, dans ce cas le composant verrier inférieur des vitrages TERMOLUX SAFE est sur vitrage feuilleté répondant aux prescriptions du fascicule FD DTU 39 P5.

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont prévus être mis en œuvre jusqu'à une altitude de 2500 m.

2.4.1. Vitrages TERMOLUX SAFE utilisés seuls

Il conviendra dans ce cas d'effectuer les vérifications ou de mettre en œuvre les dispositions suivantes :

- Dans le cas de composants verriers recuits avec éventuellement chants traités (JPI ou JPP), une vérification relative à la tenue au choc thermique devra être réalisée.
- La compatibilité du PVB avec les éléments en contact ou bien situés dans l'environnement immédiat devra être vérifiée.
- Lorsque les vitrages TERMOLUX SAFE comportent un composant verrier trempé et si celui-ci est en position inférieure en paroi inclinée, l'angle maximum est de 5° par rapport à la verticale.
- Lorsque les vitrages TERMOLUX SAFE sont utilisés en paroi inclinée et/ou en verrière (angle par rapport à la verticale supérieure à 5°), le composant verrier situé en face inférieure est un vitrage feuilleté répondant aux exigences du FD DTU 39 P5.

Le vitrage doit par ailleurs répondre aux prescriptions du fascicule de documentation FD DTU 39 P5.

- Les vitrages seront mis en œuvre selon les dispositions prévues suivant la norme NF DTU 39 (calage, prise en feuillure...) et les feuillures seront nécessairement drainées.
- La mise en œuvre peut être également réalisée selon les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2.

- Dans le cas de vitrages mis en œuvre dans les zones sismiques, les dispositions prévues dans le fascicule de documentation FD DTU 39 P5 seront également respectées.
- L'épaisseur des vitrages TERMOLUX SAFE seuls sera déterminée en prenant en compte un coefficient $\varepsilon_2 = 1,6$ selon le paragraphe 7.4.2 de la norme NF DTU 39 P4.

2.4.2. Vitrages TERMOLUX SAFE utilisés en tant que composants de vitrages isolants ou respirants

Les dispositions précisées au paragraphe 5.1 sont également applicables (compatibilité, calage, drainage, vérification de tenue aux chocs thermiques...) et devront respecter les dispositions prévues dans la norme NF DTU 39.

Les vitrages TERMOLUX SAFE seront mis en œuvre soit dans des systèmes de vitrages isolants ou de vitrages respirants.

Lorsque les vitrages TERMOLUX SAFE sont utilisés dans des fonctions de sécurité (sécurité aux chutes dans le vide, sécurité au regard des risques de blessure en cas de heurt, sécurité vis-à-vis des risques de blessures en cas de chute de morceaux de verre), les dispositions prévues dans le document FD DTU 39 P5 devront être appliquées.

Les vitrages TERMOLUX SAFE utilisés en tant que composant de vitrage seront calculés en prenant en compte un coefficient ε_2 égal à 1,6.

Par ailleurs, dans la configuration de vitrage isolant double, le coefficient $\varepsilon_1 = 1,6$ défini au paragraphe 7.4.1 du document NF DTU 39 P4 est applicable.

Les spécifications contenues dans le paragraphe 9.2 du document NF DTU 39 P4 sont également applicables (flèches).

Dans le cas de mise en œuvre des vitrages TERMOLUX SAFE dans des systèmes de vitrages respirants ; les systèmes correspondants devront faire l'objet d'une ATEX ou d'un Avis Technique.

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

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

2.6. Traitement en fin de vie

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

2.7. Assistance technique.

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

2.8. Principes de fabrication et de contrôle des vitrages TERMOLUX SAFE

Les vitrages TERMOLUX SAFE sont fabriqués dans l'usine de CHIASSO de la société TERMOLUX SA.

2.8.1. Processus de fabrication

Le matelas de fibre de verre est obtenu à partir de déroulement de fagots avec des opérations intermédiaires pour obtenir l'épaisseur prévue de 1,5 mm environ.

Après nettoyage du premier composant verrier, celui-ci est amené dans une salle climatisée et il est disposé sur une table d'assemblage à proximité du rouleau de films PVB.

Les différents constituants sont positionnés les uns par rapport aux autres après découpe préalable à dimension (retrait de 10 mm par rapport aux chants) de la fibre de verre.

Les bandelettes PVB de 9 mm de largeur nominale sont positionnées sur la périphérie et pour remplir l'espace entre chant des vitrages et fibre de verre (retrait de 10 mm).

Les différents constituants sont maintenus entre eux par au moins 8 tronçons de bande adhésive (2 à proximité de chaque angle).

Les vitrages avec tous les constituants sont ensuite disposés dans un système d'enveloppe permettant de faire le vide pendant la durée d'exposition dans le four.

La durée d'exposition dépend de l'épaisseur des composants verriers et le refroidissement est réalisé avec les vitrages maintenus dans le four.

2.8.2. Contrôles et registres

2.8.2.1. Contrôle de réception sur les matières premières

Les fibres de verre font l'objet d'un cahier des charges spécifique avec le fournisseur correspondant.

Il est fait un contrôle à réception pour chaque lot de matière première, principalement au regard des conditionnements et chaque lot de matière première fait l'objet d'un certificat de conformité à l'exception des produits verriers où il est vérifié l'existence du marquage CE.

Les différents éléments sont consignés et regroupés dans un registre réception.

2.8.2.2. Contrôle en cours de production

Un contrôle visuel permanent est réalisé et porte principalement sur la régularité de la répartition de la fibre de verre, l'épaisseur correspondante du matelas, la propreté de la zone périphérique avant mise en place des bandelettes de PVB périmétriques et la bonne juxtaposition des éléments de bandelettes sur les angles.

2.8.2.3. Contrôles sur produits finis

Selon les fréquences suivantes, à savoir :

- Si la production est supérieure à 15 volumes (par jour) le contrôle est réalisé sur 5 vitrages.
- Si la production est comprise entre 5 et 15 volumes (limites comprises), le contrôle est réalisé sur 3 vitrages.
- Si la production journalière est inférieure à 5 vitrages pendant plusieurs jours consécutifs, le contrôle est réalisé sur un vitrage par semaine.

Il est réalisé les contrôles suivants :

- absence de filet d'air et d'inclusions de bulles d'air sur la hauteur du scellement périphérique,
- régularité de la hauteur du joint de PVB périmétrique, à savoir hauteur nominale ± 1 mm.
- adhérence du PVB sur toute la surface,
- épaisseur nominale $\pm 0,5$ mm et amplitude maximale de variation d'épaisseur de 0,5 mm pour un vitrage TERMOLUX SAFE donné,
- dimensions suivant les tolérances données au paragraphe 4.2,
- absence de PVB débordant sur les chants,
- Il est par ailleurs réalisé tous les 15 jours un essai consistant à exposer un échantillon de vitrage TERMOLUX SAFE dans une enceinte climatique ($58^{\circ}\text{C} \geq \theta \geq 55^{\circ}\text{C}$ et humidité relative supérieure à 90 %) pendant une durée d'un mois. A l'issue de ces essais, il est vérifié qu'il n'y a pas eu de pénétration d'eau au niveau de la fibre de verre des vitrages TERMOLUX SAFE.

Les résultats de ces différents contrôles sont enregistrés avec report des résultats lorsque des mesures sont effectuées.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

- Essais selon NF EN 12600 sur vitrage TERMOLUX SAFE (4/0,75 – 1,5 – 0,75/4) et rapport d'essai CLC08-26010893 (classement 1B1).
- Essais dits à haute température et d'humidité avec condensation sur éprouvettes 300 mm x 300 mm 4/0,75 – 1,5 – 0,75/4 selon rapport d'essais BV08-074 (films PVB clairs ou opaques en périphérie sur chaque série de 3 éprouvettes).
- Mesures des caractéristiques spectrophotométriques sur vitrage TERMOLUX SAFE 4/PVB 0,76/1,5/PVB 0,76/4 (Rapport d'essais CSTB CPM 08/260-14114).
- Rapport d'essais SSV sur classement selon EN 356 sur TERMOLUX SAFE 4/0,76 – 1,5 -0,76/4 (classement P2A).
- Essais d'immersion pendant 16 heures à 100°C sur échantillon de vitrage TERMOLUX SAFE avec PVB HR 100 (rapport d'essais BV13-616).
- Essais d'immersion pendant 16 heures à 100°C sur échantillon de vitrage TERMOLUX SAFE avec PVB HR 100 (rapport d'essais BV16-0795).
- Essais d'immersion pendant 16 heures à 100°C sur échantillon de vitrage TERMOLUX SAFE avec PVB Trosifol B270R « CLEAR » (rapport d'essais DBV-22-70083780/B de mars 2023).

2.9.2. Références chantiers

La production annuelle est d'environ 1000 m² de vitrages TERMOLUX SAFE.

Les réalisations récentes sont :

- 2008 : Crèche - Rue Carrière – Paris : 34 m²,
- 2009 : Rabobank – Boxtel (Pays-Bas) : 674 m²,
- 2010 : Cabinet d'avocats – St Florentin – Paris : 20 m²,
- 2014 : Rainpark Brugg (Suisse) : 45 m²,
- 2015 : Jardin botanique Genève : 480 m²,
- 2018 : Abri Rue Chantepoulet - Genève : 67 m²,
- 2020 : Bâtiment Rittergasse – Bâle : 83 m²,
- 2023 : Jardin botanique Genève complément : 45 m².

2.10. Tableaux, figures et annexes du Dossier Technique

Tableau 1 – facteurs de transmission et de réflexion

Facteurs de transmission et réflexion en % TERMOLUX SAFE 4/0,76 – 1,5 – 0,76/4				
Transmission	lumineuse	Normale/hémisphérique	τ_v^{nh}	37
		Normale/normale	τ_v^{nh}	< 3
		Normale/diffuse	τ_v^{ndif}	> 34
	énergétique	Normale/hémisphérique	τ_e^{nh}	30
Réflexion	lumineuse	Normale/hémisphérique	ρ_v^{nh}	48
	énergétique	Normale/hémisphérique	ρ_e^{nh}	39

Figure 1 – Composition d'un vitrage TERMOLUX SAFE : positionnement de la nappe de fibres de verre, des intercalaires PVB et de la bordure PVB

