

Avis Technique 6/15-2252_V1

Annule et remplace l'Avis Technique 6/15-2252 et son modificatif 6/15-2252*01 Mod

*Vitrage organique
Light transmitting flat
multiwall polycarbonate
(PC) sheets*

Lumira™ aerogel

Titulaire : Cabot International GmbH
Mühlentalstrasse 36
DE-8200 Schaffhausen
Tél. : 00 49 69 305 48562
Fax : 00 49 69 305 22103
E-mail : Georg.Gertner@cabotcorp.com
Internet : www.cabotaerogel.com

Groupe Spécialisé n° 6

Composants Baies, Vitrages

Publié le 23 juillet 2018



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 6 « Composants de baie, vitrages » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 28 mars 2018, le système de vitrage organique « Lumira™ aerogel » présenté par la Société Cabot International GmbH. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après qui est délivré pour une utilisation dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 6/12-2252 et son modificatif 6/12-2252*01 Mod.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Vitrage organique diffusant d'épaisseur totale de 16 mm correspondant à un vitrage organique multiparois en polycarbonate incluant dans ses alvéoles, sous forme de particules, un aérogel de silice translucide appelé « Lumira™ aerogel » comme matériau de remplissage diffusant.

Les vitrages organiques diffusants sont désignés :

- « Lumigel » lorsqu'ils sont fabriqués à façon par la Société Alcaud SAS à Saint Viatre (FR, 41) ;
- « LUMIDOME » lorsqu'il est fabriqué par la Société AXTER à Ouges (FR,21).

1.2 Identification

Chaque vitrage organique diffusant comprend une étiquette adhésive avec un marquage propre à l'atelier ayant réalisé le remplissage, sur la face intérieure au local et positionnée à proximité d'un coin du vitrage, à environ 0,5mm du bord latéral.

Le libellé du marquage de l'étiquette adhésive inclut au minimum, les éléments suivants : le nom commercial du vitrage diffusant et l'épaisseur totale du vitrage, la référence du site de remplissage, le logo « CSTB » ; le n° d'Avis Technique ; ; la valeur de la masse surfacique minimale du vitrage diffusant en g/m² et la date de production.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Il est identique au domaine proposé, à savoir :

- parois verticales : locaux industriels, sportifs, habitat,
- parois inclinées : vérandas de maisons individuelles, sheds et verrières.

Dans le cas des parois inclinées, la pente est limitée à :

- une inclinaison minimale de 5° (8,7%) par rapport à l'horizontale en l'absence de traverses en partie courante et d'une sur-épaisseur maximale de 2mm du profilé de finition du bord libre inférieur (si tel est le cas) par rapport au plan du vitrage,
- à défaut, à une inclinaison minimale de 15° (27%) par rapport à l'horizontale.

L'emploi en paroi inclinée des vitrages organiques nécessite un entretien annuel au minimum qui doit être réalisé selon les prescriptions du fabricant de l'ouvrage complétées par celles précisées dans le paragraphe 2.35 du présent Avis.

Le présent Avis Technique ne vise que les vitrages organiques pris en feuillure :

- soit sur quatre côtés en parois verticales ou inclinées,
- soit sur trois côtés en parois inclinées avec un appui simple à proximité du bord libre inférieur au regard des charges descendantes et prise en feuillures sur trois côtés uniquement au regard des charges ascendantes (type dépression de vent dans le cas de vérandas ou équivalent).

Pour les emplois en couverture des vitrages organiques diffusants autres que ceux visés dans ce paragraphe, l'Avis du Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéité », de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques, devra être demandé.

Le présent Avis Technique ne vise pas les mises en œuvre par recouvrement ou système d'emboîtement ni celles nécessitant l'aboutage des vitrages organiques.

Les mises en œuvre par percement du vitrage et les vitrages organiques cintrés ou thermoformés sont exclus du présent Avis Technique.

La mise en œuvre de film (protection solaire...) collés sur les vitrages organiques est exclue.

2.2 Appréciation sur le système

2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Les vitrages organiques diffusants sont susceptibles de résister aux sollicitations résultant des effets du vent, des charges de neige (utilisation en parois inclinées). La circulation directe des personnes sur les vitrages organiques est interdite (mise en place, entretien, ...).

Les valeurs des pressions à prendre en compte pour les effets du vent (désignées « P_{vent} ») sont données au §5.1, Tableaux 2 et 3 de la norme NF DTU 39 P4 :2012.

La valeur des charges climatiques de vent et de neige à prendre en compte pour les parois inclinées sont égales à la valeur de charge la plus défavorable des valeurs suivantes :

- P_{Vent}
- 1,35xPp + 1,5xS1
- 1,35xPp + S₂

avec S₁ et S₂ définis au §5.3.6 de la norme NF DTU 39 P4 :2012 et Pp étant le poids propre du vitrage organique exprimé en pascals.

Les valeurs maximales des charges admissibles (pression ou dépression) exprimées en pascals, sur les vitrages organiques diffusants, sont traitées dans le paragraphe 5 du Dossier Technique en fonction des dimensions et de l'épaisseur du vitrage.

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

Le matériau de remplissage diffusant « Lumira™ aerogel » dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce 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).

Données environnementales

Le procédé « Lumira™ aerogel » ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut 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 produit

Aspects Sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Sécurité aux chutes des personnes

L'utilisation des vitrages organiques diffusants pour la constitution d'ouvrages devant assurer la sécurité aux chutes de personnes (garde-corps, allège) est exclue.

Sécurité aux risques sismiques

Les vitrages organiques diffusants vis-à-vis du risque sismique sont considérés comme des éléments de remplissage non structuraux (ENS) du cadre bâti, au sens du Guide de « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux (ENS) du cadre bâti - Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal » », édité en Juillet 2013 par la DGALN (Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature). En référence aux conditions de mise en œuvre acceptées dans le présent avis et sous réserve de la conformité du dimensionnement dû aux charges de vent et de neige (paragraphe 5 du Dossier Technique), ils ne nécessitent pas de justification sismique.

Sécurité des intervenants dans le cas d'utilisation en parois inclinées

En l'absence de dispositions permanentes et collectives contre les risques de chute, il sera mis en œuvre une protection permanente soit en sous-face, soit en sur-face des vitrages organiques. Ces éléments ne sont pas visés dans le présent Avis Technique.

Sécurité en cas d'incendie

Dans le cas d'exigences au regard de la réaction au feu, il y aura lieu de tenir compte du classement afférent.

Des essais de réaction au feu réalisés sur des échantillons de vitrage organique diffusant ont donné les classements au feu précisés dans le tableau 1 en fin d'Avis Technique.

Nota : Les classements de réaction au feu donnés dans le tableau 1 correspondent à des procès-verbaux de réaction au feu valides à la date de l'examen de l'Avis Technique. Il y aura lieu de vérifier, le cas échéant, la validité de ces procès-verbaux pendant la durée de validité de l'Avis Technique.

Isolation thermique

a) Coefficient de transmission thermique surfacique, U_g

Les coefficients de transmission thermique des vitrages organiques diffusants, en partie courante, déterminés selon le §2.31 des règles Th-Bat et permettant la vérification des exigences réglementaires, sont donnés dans le tableau 2 en fin de partie Avis.

b) Facteur solaire, S_g

Sur les vitrages organiques diffusants, il n'y a pas eu d'essais de détermination du facteur solaire d'été ou d'hiver dans le cas présent.

Isolation acoustique

Les dispositions réglementaires spécifiques à l'emploi des vitrages organiques diffusants concernent la nature du bâtiment.

Les caractéristiques acoustiques des vitrages organiques multiparois diffusants permettant la vérification au regard des exigences réglementaires sont donnés dans le tableau 3 en fin d'Avis Technique.

L'incorporation du matériau de remplissage « Lumira™ aérogel » dans les alvéoles des vitrages organiques multiparois permet dans des applications en véranda de maisons individuelles, une réduction de 5 à 6dB(A) du niveau de bruit généré par la pluie.

Transmission lumineuse, TL_w

Le coefficient de transmission lumineuse des vitrages organiques diffusants établis par le CSTB est présenté dans le tableau 4 en fin de partie Avis.

En référence aux règles Th-L (Chap.6, Réglementation Thermique 2012) et à la norme expérimentale XP P 50-777 (2011), le paramètre « TL_g » correspond au facteur « $\tau_{v, nh}$ ».

Étanchéité à l'air et à l'eau

L'étanchéité à l'air et à l'eau des ouvrages incorporant ces vitrages, n'est pas mise en cause par l'utilisation de ces vitrages.

Le grade d'aérogel de silice « Lumira™ aérogel » est inerte à l'humidité ambiante, sans modification notable de la structure de l'aérogel lorsque celui-ci est confiné dans les alvéoles scellées du vitrage organique.

Un drainage des feuillures basses (trous de 8 mm de diamètre ou de 50 mm² de section au moins en traverse basse à raison de 2 par tranche de 1 mètre), le calage du système et une aération suffisante de ces feuillures permettent de conserver les caractéristiques de transmission et de diffusion de la lumière par ces vitrages.

Informations utiles complémentaires

Plusieurs autres facteurs thermo-optiques des vitrages organiques diffusants déterminés selon la norme NF EN 14500 et NF EN 410 sont donnés dans le tableau 4 en fin d'Avis Technique.

2.22 Durabilité - Entretien

Les vitrages organiques multiparois LEXAN® Thermoclear® Plus entrant dans la fabrication des vitrages diffusants reçoivent une couche de protection au rayonnement ultra-violet sur les deux faces extérieures du vitrage. Ils font l'objet d'un avis technique en cours de validité.

Pour les compositions visées dans cet Avis Technique, de ton incolore ou de ton opale, les résultats des essais complémentaires effectués au dégradeur UV sur le système de vitrage organique diffusant, ont montré d'une part que la protection UV était satisfaisante et que la présence du matériau de remplissage « Lumira™ aérogel » n'altère pas les caractéristiques en durabilité des vitrages organiques multiparois LEXAN® Thermoclear®. D'autre part, le comportement du ruban de scellement des bords de coupe haut et bas est satisfaisant et le matériau de remplissage « Lumira™ aérogel » n'est pas non plus altéré.

En cas de drainage défectueux des feuillures basses des vitrages organiques diffusants, le risque de détérioration au niveau du ruban de scellement est élevé et le critère d'aspect du vitrage organique diffu-

sant (teinte et transmission lumineuse) sur sa périphérie peut être affecté. Un développement de mousse ou de lichen est susceptible de se produire aux extrémités basses des vitrages organiques. La lumière et la chaleur sont des facteurs favorables à ce développement.

Le polycarbonate d'une façon générale est reconnu comme matériau particulièrement résistant aux chocs de corps durs. Ce comportement peut être sensiblement altéré par le vieillissement du matériau.

2.23 Fabrication et contrôles

Les matières premières étant régulièrement contrôlées, la fabrication fait l'objet d'un contrôle interne propre à assurer une régularité des caractéristiques des produits et une constance correcte de la qualité.

La fabrication des vitrages organiques diffusants doit faire l'objet d'un contrôle interne systématique, régulièrement suivi par le CSTB.

2.24 Mise en œuvre

La pose ne présente pas de difficulté particulière, mais implique une prise de mesure préalable du châssis pour tenir compte des déformations liées à la dilatation thermique du matériau.

Elle nécessite du soin et de la précision pour la mise en place des profilés d'étanchéité préformés ancrés, destinés à réaliser les garnitures d'étanchéité principales et secondaires qui sont définies dans le Dossier Technique.

Le calage en feuillure basse des vitrages organiques diffusants est nécessaire afin de faciliter la ventilation de la feuillure et préserver le ruban de scellement. Les cales sont soit en bois durs traités au regard des insectes et des champignons, soit en caoutchouc ou autres matériaux de synthèse (Cf. §9 et §9.1 de la norme NF DTU 39 P1-1).

Les feuillures basses des châssis recevant les vitrages organiques diffusants doivent être drainées. Les cales positionnées en feuillure basse, ne doivent pas empêcher le système de drainage de la feuillure de fonctionner.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de fabrication et de contrôle

Chaque site de remplissage est tenu d'exercer sur la fabrication des vitrages organiques diffusants, un contrôle permanent dont les résultats seront consignés sur un registre.

Chaque unité de vitrage diffusant produite reçoit un marquage à l'aide d'une étiquette identifiée au site de remplissage.

La régularité, l'efficacité et les conclusions de cet autocontrôle sont périodiquement vérifiées par le CSTB, une fois par an, sur chaque site de remplissage.

Les contrôles effectués comporteront au moins ceux indiqués ci-après.

Contrôles sur matières premières

Le matériau de remplissage « Lumira™ aérogel », sous forme de poudre pulvérulente incolore, est fabriquée par CABOT GmbH (ISO 9001) à Frankfort (Allemagne). Seul le grade d'aérogel de silice « Lumira™ aérogel LA1000 » est utilisé pour la fabrication du système : les numéros de lots sont enregistrés au sein de l'atelier de remplissage.

Les vitrages organiques multiparois LEXAN® Thermoclear® Plus sont fabriqués par SABIC IP : les numéros de lot livrés sont enregistrés à chaque livraison ainsi que le marquage imprimé sur le bord latéral du vitrage, sur chaque site de remplissage.

Les références du ruban de scellement des bords de coupe et les numéros de lot sont enregistrés à chaque livraison.

La référence du ruban de scellement doit être celle du produit spécifié dans le Dossier Technique.

Contrôles en cours de fabrication et sur produits finis

Les contrôles réalisés sur les vitrages organiques diffusants sont :

Contrôle	Fréquence	Spécifications
Aspect (contrôle visuel)	Chaque vitrage	Aucun défaut visuel lors du passage au banc lumineux
Masse (en g/m ²)	Chaque vitrage	Conformité au tableau 1 en fin de partie Dossier Technique ».
Largeur, Longueur Épaisseur totale	Chaque vitrage	A renseigner.
Présence marquage	Chaque vitrage	Étiquette adhésive
Scellement et hauteur minimale de recouvrement Ruban adhésif&Vitrage	Chaque vitrage	- 10mm en sur la largeur ; - 20mm sur les bords latéraux aux 4 coins

Il ne peut pas être utilisé de matière régénérée d'aérogel pour le remplissage des vitrages organiques multiparois visés dans le présent Avis Technique.

2.32 Conditions d'emploi

Les vitrages organiques diffusants doivent être utilisés dans des conditions ou dans des emplois ne pouvant entraîner un ou des emplois ne pouvant entraîner un échauffement des panneaux autres que celui résultant des seuls effets du rayonnement solaire direct. L'emploi de stores intérieurs est exclu.

Les radiateurs, corps de chauffe ou appareils d'éclairage doivent être déposés de telle sorte qu'ils ne provoquent pas d'échauffement localisé des vitrages organiques.

2.33 Conditions de stockage

Les vitrages organiques diffusants sont empilés sur palettes bâchées équipées d'éléments de protection cartonnés des angles.

Lorsqu'elles sont protégées dans leur emballage d'origine non endommagé, les palettes de vitrages organiques diffusants peuvent être stockées à l'air libre.

Dans tous les autres cas (vitrages organiques individuels ou contenues dans des emballages ouverts), elles doivent être stockées sous abri.

Lors de la manipulation du vitrage organique diffusant, une attention particulière devra être portée aux coins du vitrage et aux bords de coupe scellés afin de ne pas couper le ruban de scellement lors de frottements intempestifs avec le sol ou autres éléments : sa rupture entraîne irrémédiablement des fuites du matériau de remplissage et la mise au rebut du produit.

2.34 Conditions de mise en œuvre

Les sociétés Alcaud (FR,41) et AXTER (FR,21) sont tenues d'apporter une assistance technique lors de l'étude préalable et de la réalisation des ouvrages, aux utilisateurs qui en font la demande.

Le Cahier du CSTB n°3641 (Septembre 2008) correspondant à la Note d'Information n°3 Révision n°1 du Groupe Spécialisé n°6 rassemble la plupart des dispositions renouvelées dans le présent avis, relatives aux « Conditions générales d'emploi et de mise en œuvre » des vitrages organiques en polycarbonate.

Les vitrages organiques diffusants seront mis en œuvre en position verticale ou position inclinée avec les limites de pente décrites au paragraphe 2.1 du présent Avis.

Les nervures visibles des vitrages organiques diffusants doivent toujours être orientées verticalement ou dans le sens de la pente (parois inclinées).

La mise en œuvre sera effectuée avec parclose selon les prescriptions de la norme NF DTU 39 P1-1 avec prise en feuillure des vitrages organiques diffusants sur les quatre côtés, et avec un drainage de la feuillure basse par des trous ϕ 8 mm ou 50 mm² au moins, à raison de 2 par tranches de 1 m.

Seuls les systèmes d'étanchéité décrits au paragraphe 5.2 du dossier technique sont utilisables.

Dans le cas de véranda ou équivalent et d'une prise en feuillure sur trois côtés, le bord libre inférieur, en partie basse, doit être équipé d'un profilé comprenant des butées intérieures (distance minimale entre les butées intérieures et le fond de feuillure de 5mm) selon le modèle type de la Figure 1 en fin de partie Dossier Technique, de largeur adaptée à l'épaisseur du vitrage et, permettant un drainage latéral.

Dans ce cas, les vitrages organiques s'appuient par l'intermédiaire d'un profilé d'étanchéité sur un profilé transversal situé à proximité du bord libre intérieur sous les effets des charges descendantes, sous les effets des charges ascendantes (dépression) ils sont considérés en appui sur trois côtés.

2.35 Conditions d'entretien

Les solvants organiques ou les éléments abrasifs ou alcalins sont à exclure. Seul, le rinçage au jet d'eau à faible pression et à l'eau éventuellement additionnée de détergent non alcalin est à employer.

Il n'est pas possible de réparer des vitrages organiques détériorés (perforations, fissures).

Les solvants et les émanations de peintures, de produits d'imprégnation, ainsi que certains détergents et produits chimiques, peuvent également être corrosifs. Pour éviter tout endommagement du vitrage, il convient d'éviter le contact direct de ces produits et de veiller à une ventilation des locaux vitrés lors des travaux de traitement, d'entretien ou de rénovation, par exemple.

Il convient par ailleurs de ne pas avoir de projection directe de produits à l'aide d'aérosol sur les vitrages organiques (insecticides).

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation de ce procédé « Lumira™ aérogel » dans le domaine d'emploi proposé, dans le domaine d'emploi accepté et complété par les Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 juillet 2021.

*Pour le Groupe Spécialisé n°6
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Dans le cas de mise en œuvre de vitrages organiques diffusants dans des châssis ouvrants, il y aura lieu de réaliser les essais mécaniques spécifiques prévus dans la norme NF P 20-501.

Le Groupe Spécialisé a formulé son Avis sur l'aptitude à l'emploi et la durabilité des vitrages organiques diffusants avec le matériau de remplissage « Lumira™ aérogel ». A nouveau, il tient à attirer l'attention des utilisateurs sur les performances différentes des vitrages organiques par rapport aux produits verriers minéraux traditionnels vis-à-vis entre autres, de la sensibilité à la rayure, de la déformabilité sous charge (induisant des dimensions d'utilisation limitées pour ces vitrages, Cf. Dossier Technique), de la durabilité et de la transmission acoustique. Il convient d'en tenir compte dans la prescription de ces produits.

Le Groupe Spécialisé tient à rappeler que les vitrages organiques diffusants sont fabriqués à dimensions, à façon, avec un niveau de tassement contrôlé de l'aérogel de silice et qu'en aucun cas, ces derniers ne peuvent être retravaillés à réception.

La largeur minimale de prise en feuillure de 20 mm nécessite l'emploi de profilés de structure adaptés présentant une hauteur de feuillure suffisante. Par ailleurs, un drainage défectueux des feuillures basses et en particulier, un non-respect de la mise en œuvre préconisée (décrite dans le §2.34 du présent Avis) peut conduire à des altérations de l'aspect des plaques dans leur partie basse (développement de mousses ou de lichen).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°6

Tableau 1 – Classement de réaction au feu des vitrages organiques diffusants

Epaisseur du vitrage diffusant	Coloris	EUROCLASSES Classement européen de réaction au feu ⁽¹⁾ NF EN 13501-1 : 2002
16 mm	Incolore	En cours
16 mm	Opale	

(1) Valable cinq ans à compter de la date d'édition du rapport de classement européen

Tableau 2 : Coefficient thermique surfacique, U_c , des vitrages organiques diffusants

Epaisseur du vitrage diffusant	U_c en $W/(m^2.K)$	
	Inclinaison ^{(1), (2)} inférieure à 60°	Inclinaison ^{(1), (2)} supérieure ou égale à 60°
16mm	1,5	1,5

(1) Par rapport à l'horizontale

(2) Décision n°84 du 2 avril 2007 du comité particulier sur les aspects thermiques des Avis Techniques (CTAT)

Tableau 3 – Caractéristiques acoustiques des vitrages organiques diffusants

Epaisseur du vitrage diffusant	Indice d'affaiblissement acoustique R_w (C ; Ctr) au bruit aérien en dB (NF EN ISO 140-1 et 3 ; NF EN 20140-2 complétées par NF EN ISO 717/1)	Niveaux d'intensité acoustique L_{IA} générés par la pluie sur le vitrage incliné de 5° (par rapport à l'horizontale) en dB(A) (prEN ISO 140-18 ; NF EN ISO 140-1 ; NF EN 20140-3 complétées par NF S 31-057)
16mm	21 (0 ; -2)	65

Tableaux 4 : Propriétés optiques et radiatives à l'état initial, des vitrages organiques diffusants

Epaisseur du ^(1, 2) vitrage diffusant	Coloris	$\tau_{e\ nh}$	$\rho_{e\ nh}$	$\tau_{v\ nh}$	$\tau_{v\ nn}$	$\rho_{v\ nh}$	ε
16mm	Incolore	67	22	67	15	25	0,93
16mm	Opale	57	26	56	6	31	0,93

$\tau_{e\ nh}$: facteur de transmission directe normal-hémisphérique de l'énergie solaire
 $\rho_{e\ nh}$: facteur de réflexion directe normal-hémisphérique de l'énergie solaire
 $\tau_{v\ nh}$: facteur de transmission lumineuse normal-hémisphérique
 $\rho_{v\ nh}$: facteur de réflexion lumineuse normal-hémisphérique

$\tau_{v\ nn}$: facteur de transmission lumineuse normal normal (facteur exprimé en % ; incertitude absolue estimée à $\pm 3\%$)
 ε : émissivité (sans unité ; incertitude absolue estimée à ± 0.03)

(1) : pour chaque vitrage organique diffusant : la face extérieure 1 est identique à la face extérieure 2 (face opposée) pour ces coefficients.

(2) en référence à la norme expérimentale XP P 50-777 (2011), le paramètre « TL_g » correspond au facteur « $\tau_{v\ nh}$ » du présent tableau.

A noter : Valeurs déterminées selon les normes NF EN 410 et NF EN 14500.

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le vitrage organique diffusant est le résultat du remplissage des alvéoles d'un vitrage organique multiparois en polycarbonate, par un aérogel de silice translucide, sous forme de particules, appelé « Lumira™ aerogel » comme élément de remplissage diffusant.

Ce vitrage organique diffusant est désigné différemment selon le lieu de remplissage :

- « Lumigel » lorsqu'il est fabriqué par la Société Alcaud SAS à Saint Viatre (FR, 41) ;
- « LUMIDOME » lorsqu'il est fabriqué par la Société AXTER à Ouges (FR, 21).

Le vitrage organique diffusant constitue un panneau de remplissage aux caractéristiques principales suivantes :

- plan, massif et diffusant,
- de coloris uniforme incolore ou opale,
- d'épaisseur totale de 16 mm,
- de dimensions à façon, établies dans le respect des charges minimales admissibles données dans le §5 du Dossier Technique.

2. Domaine d'emploi

Les vitrages organiques diffusants sont utilisés comme des panneaux de remplissage pour des utilisations particulières notamment :

- en parois verticales : locaux industriels, sportifs ou dans l'habitat,
- en parois inclinées avec les limites de pente décrites dans le paragraphe 2.1 de la partie Avis Technique, pour des verrières, des sheds ou des vérandas de maisons individuelles,

lors de la recherche concomitante de résistance mécanique, de faible poids et d'isolation thermique.

Les vitrages organiques diffusants sont fabriqués à dimensions.

3. Eléments de composition

La structure de vitrage organique multiparois utilisée pour le remplissage est la structure de référence « LEXAN® Thermoclear® Plus 2UV/3TS/2700 », d'épaisseur totale de 16mm et de masse surfacique nominale de 2700g/m².

Les vitrages organiques multiparois de la gamme « LEXAN® Thermoclear® Plus » en polycarbonate sont fabriqués par Sabic Innovative Plastics et reçoivent une couche de protection au rayonnement UV sur les deux faces extérieures.

Les vitrages organiques multiparois de référence « LEXAN® Thermoclear® Plus 2UV/3TS/2700 » peuvent être de ton incolore ou de ton opale ; ils sont découpés à façon avant remplissage.

Les vitrages organiques multiparois de référence « LEXAN® Thermoclear® Plus 2UV/3TS/2700 » ont reçu, à leur fabrication, un marquage sur l'une des faces extérieures, à proximité d'un des bords latéraux permettant d'identifier la structure multiparois et les matières polycarbonate employées pour leur extrusion.

Le matériau de remplissage des alvéoles des vitrages organiques multiparois LEXAN® Thermoclear® est de l'aérogel de silice translucide désigné « Lumira™ aerogel », sous forme de particules, de chez CABOT Aerogel GmbH. Le grade sélectionné pour le remplissage correspond à la distribution spécifique de particules de référence « LA1000 ».

L'aérogel de silice « Lumira™ aerogel » présente les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques principales de l'aérogel de silice « Lumira™ aerogel - LA1000 »	
Masse volumique apparente après tassement (NF EN ISO 787-11)	de 65 à 75 kg/m ³
Granulométrie moyenne	De 1,2 à 4,0mm
Diamètre des pores	~ 20nm
Chimie de surface	Hydrophobe
Porosité	>90% d'air

Le scellement des bords haut et bas des vitrages organiques multiparois LEXAN® Thermoclear® est réalisé par un ruban de toile adhésive de référence Scotch® n°361 fabriqué par la Société 3M (US). Il correspond à un tissu de verre avec adhésif silicone, de coloris blanc, d'épaisseur totale de 0,19mm, livrés en rouleaux de 55m et de largeur de 50 mm, et évalué selon les méthodes d'essais suivantes :

Méthode d'évaluation du ruban de toile adhésive de référence « Scotch® n°361 »	
Paramètre	Méthode
Pouvoir d'agrippage sur support polycarbonate (N/5cm)	NF EN 1945
Rupture à la traction (N /cm)	NF EN 14410
Résistance à la déchirure (daN)	NF EN 1875-3
Transmission de vapeur d'eau P (g/m ² par 24h)	NF EN 12023 à 23°C/50%RH
	à 38°C/93%RH

Les résultats de ces évaluations font référence aux rapports d'essais listés au paragraphe B. Résultats expérimentaux.

Une coupe du vitrage organique diffusant et de structure interne est donnée en Figure 1 en fin de Dossier Technique.

4. Fabrication

Les vitrages organiques diffusants peuvent être fabriqués par :

- par la Société Alcaud SAS à Saint-Viatre (FR, 41) pour une gamme de vitrage diffusant désignée « Lumigel » ;
- par la Société AXTER à Ouges (FR, 21) pour une gamme de vitrage diffusant désignée « LUMIDOME ».

Le matériau de remplissage « Lumira™ aérogel », sous forme de poudre pulvérulente incolore, est fabriquée par CABOT Aerogel GmbH à Frankfurt Am Main (Industriepark Höchst, Gebäude D 660, 65926 Frankfurt Am Main -Allemagne).

4.1 Processus

Le remplissage des vitrages organiques multiparois est réalisé sur des éléments de vitrages organiques dont le nombre et les dimensions sont formalisés lors de la commande.

Le processus de remplissage comprend les opérations suivantes :

- Préparation du vitrage : pose du ruban de scellement sur l'un des bords de coupe (le bord de coupe opposé étant laissé ouvert pour remplissage).
- Mise en place du vitrage organique multiparois dans la machine de remplissage et des trémies de remplissage sur le bord de coupe opposé au bord scellé.
- Serrage du vitrage à la machine de remplissage.
- Remplissage et tassement par actions mécanique et vibratoire du support.
- Détection de la fin de remplissage et dépose du vitrage.
- Mise en place du ruban de scellement sur le bord haut ouvert.
- Contrôle visuel du vitrage par transparence au banc lumineux et puis, pesée du vitrage.
- Contrôle des rubans de scellement, des coins du vitrage et mise en place de l'étiquette de sécurité pour marquage.
- Palettisation.

Il ne peut pas être utilisé de matière régénérée interne « Lumira™ aerogel » pour la fabrication d'un vitrage organique diffusant.

4.2 Marquage

Chaque vitrage organique diffusant comprend une étiquette adhésive avec un marquage propre à l'atelier ayant réalisé le remplissage, sur la face intérieure au local et positionnée à proximité d'un coin du vitrage, à environ 0,5mm du bord latéral.

Le libellé du marquage de l'étiquette adhésive inclut au minimum, les éléments suivants : le nom commercial du vitrage diffusant et l'épaisseur totale du vitrage, la référence du site de remplissage, le logo « CSTB » ; le n° d'Avis Technique, la valeur de la masse surfacique minimale du vitrage diffusant en g/m² et la date de production.

Un marquage avec le libellé « DO NOT OPEN ou NE PAS OUVRIR » réalisé par tampon encreur est porté sur le ruban de scellement des bords de coupe haut et bas du vitrage organique diffusant.

4.3 Contrôles

4.3.1 Contrôles sur matières premières

Les contrôles effectués correspondent aux vérifications de conformité suivantes :

- nature, dimensions et quantité de vitrages organiques multiparois ;
- référence et quantité du matériau de remplissage « Lumira™ aérogel – LA1000 ».
- référence du ruban de scellement.

Tous les fournisseurs sont certifiés selon la norme NF EN ISO9001 :2000.

4.3.2 Contrôles en cours de fabrication et sur produits finis

Les contrôles réalisés sur les vitrages organiques diffusants portent sur les points suivants :

Contrôle	Fréquence	Spécifications
Aspect (contrôle visuel)	Chaque vitrage	Aucun défaut visuel lors du passage au banc lumineux
Masse (en g/m ²)	Chaque vitrage	Conformité au tableau 1 en fin de partie Dossier Technique ».
Largeur, Longueur Epaisseur totale	Chaque vitrage	A renseigner.
Présence marquage	Chaque vitrage	Etiquette adhésive
Scellement et hauteur minimale de recouvrement Ruban adhésif&Vitrage	Chaque vitrage	- 10mm sur la largeur ; - 20mm sur les bords latéraux aux 4 coins

L'ensemble de ces contrôles est réalisé à l'issu du remplissage sur chaque vitrage diffusant.

5. Conception

5.1 Détermination de l'épaisseur

A un vitrage organique diffusant donné, correspond un tableau de valeurs de charges maximales admissibles (pression ou dépression) exprimées en pascals. Les tableaux des paragraphes §5.2 et §5.3, établis à la suite d'essais physiques, sont déterminés pour une épaisseur et un type de structure alvéolaire de vitrage organique multiparois donnés.

Les valeurs des pressions à prendre en compte pour les effets du vent (désignées « P_{Vent} ») sont données au §5.1, Tableaux 2 et 3 de la norme NF DTU 39 P4 :2012.

La valeur des charges climatiques de vent et de neige à prendre en compte pour les parois inclinées sont égales à la valeur de charge la plus défavorable des valeurs suivantes :

- P_{Vent}
- 1,35xP_p + 1,5xS₁
- 1,35xP_p + S₂

avec S₁ et S₂ définis au §5.3.6 de la norme NF DTU 39 P4 :2012 et P_p étant le poids propre du vitrage organique exprimé en pascals.

La comparaison de la valeur des charges climatiques de vent et de neige à prendre en compte à celle des charges maximales admissibles données dans les tableaux des paragraphes §5.2 et §5.3, permet de dimensionner (épaisseur, largeur, longueur) du vitrage organique diffusant.

La méthode d'essais de charges statiques conduisant aux tableaux de charges des paragraphes §5.2 et §5.3, est publiée dans le Cahier du CSTB (e-Cahiers n°3565_V4 Mai 2016) correspondant à la Note d'Information n°2 du Groupe Spécialisé n°6 : « Modalités des essais de charges statiques uniformément réparties sur les systèmes de vitrage organique multiparois et critères de dimensionnement associés ».

A titre d'information, les flèches au centre des vitrages organiques en fonction des charges (pascals) données dans les tableaux ci-après correspondent de façon quasi générale au minimum des valeurs suivantes :

- Limitation des flèches (au milieu des vitrages organiques) au minimum des valeurs suivantes :
 - L/50 de la longueur des vitrages organiques (sens des alvéoles),
 - l/20 de la largeur des vitrages organiques,
 - 50 mm.
- Limitation au regard des instabilités locales ou échappement par rapport aux appuis (à partir des valeurs obtenues lors de vérifications expérimentales divisées par 1,5).

à partir d'essais réalisés avec les vitrages organiques en appuis simples.

5.2 Prise en feuillure sur quatre cotés assimilée à des appuis simples.

Les charges maximales admissibles en pascals pour une mise en œuvre avec prise en feuillure **sur quatre cotés** des vitrages organiques diffusants sont données en fonction des dimensions et de la structure des vitrages organiques, dans les tableaux ci-après :

Vitrage organique diffusant en épaisseur de 16 mm Structure alvéolaire : 2UV 16/3TS/2700			
Charges admissibles en pascals avec prise en feuillure sur quatre cotés, assimilée à des appuis simples			
Longueur (m)	Largeur (m)		
	0,9	0,7	0,6
1,5	-	1300	1900
2	-	1000	1400
2,5	-	-	1200
3	-	-	1200
> 3	-	-	1000

5.3 Prise en feuillure sur trois cotés, assimilée à des appuis simples

Les essais de charges réalisés avec les vitrages organiques en appuis simples sur trois cotés correspondent à une mise en appui du vitrage sur les 2 grands cotés (parallèle au sens de l'extrusion du vitrage) et sur 1 petit côté. Dans ce cas là, les flèches sont déterminées non plus au centre du vitrage mais au centre du petit côté libre du vitrage organique testé.

Pour ce qui concerne des dépressions et sauf cas particuliers (bâtiements ouverts, auvents...), il sera pris en compte pour les cas courants des valeurs de dépression égales aux valeurs de pression données dans la norme NF DTU 39 P4.

Les charges maximales admissibles en pascals pour une mise en œuvre avec prise en feuillure **sur trois cotés** des vitrages organiques diffusants sont données en fonction des dimensions et de la structure des vitrages organiques, dans les tableaux ci-après :

Vitrage organique diffusant en épaisseur de 16 mm Structure alvéolaire : 2UV 16/3TS/2700			
Charges admissibles en pascals avec prise en feuillure sur trois cotés, assimilée à des appuis simples (1 petit côté libre)			
Longueur (m)	Largeur (m)		
	0,7	0,6	0,5
1,5	-	1000	1400
2	-	900	1400
2,5	-	900	1400
3	-	900	1400
> 3	-	900	1400

5.4 Détermination de la dimension des feuillures

Les dimensions minimales des feuillures des châssis menuisées devant recevoir les vitrages organiques diffusants sont données ci-après compte tenu d'une prise en feuillure minimale de 20 mm.

Les importantes variations dimensionnelles thermiques réversibles du matériau polycarbonate (égale à 6,5.10⁻² mm/m°C selon la norme NF EN 16153 §4.12) nécessitent de prendre en compte des dimensions de feuillure spécifiques au système de vitrages organiques multiparois.

5.41 Feuillure haute

Les caractéristiques des feuillures hautes sont données dans le tableau ci-après.

Dimension entre fonds de feuillures (en mm)	Hauteur minimale de la feuillure haute (en mm) (ton incolore)	Jeu minimal en fond de feuillure haute (en mm) (ton incolore)
≤ 1000	24	4
1000 - 2000	28	8
2000 - 3000	32	12
3000 - 4000	36	16
4000 - 5000	40	20
5000 - 6000	44	24

Pour les vitrages diffusants de teinte opale, il convient d'ajouter 2 mm aux valeurs de la hauteur minimale de la feuillure haute et du jeu minimal en fond de feuillure haute.

5.42 Feuillure basse

La hauteur minimale de la feuillure basse est de :

- soit de 20 mm,
- soit de 20 mm + C (C hauteur des calages en mm).

5.43 Feuillures latérales

Les hauteurs minimales et maximales des feuillures latérales et des prises en feuillures latérales sont données dans le tableau ci-dessous.

Les garnitures d'étanchéité principales et secondaires des feuillures doivent être réalisées par des profilés préformés compatibles ancrés.

Caractéristiques des feuillures et prises en feuillure latérale Coloris incolore (en mm)		
Largeur (l) des vitrages organiques	$l \leq 0,6 \text{ m}$	$0,6 \leq l \leq 1,2 \text{ m}$
Hauteur minimale des feuillures latérales (mm)	20	22
Prise en feuillure latérale minimale (mm)	18	18
Hauteur maximale des feuillures en mm (ou dispositions équivalentes)	30	30
Jeu minimal en fond de feuillure (mm)	2	4

Pour le coloris opale, il convient d'ajouter 2 mm aux valeurs des hauteurs minimale et maximale de la feuillure latérale et du jeu minimal en fond de feuillure latérale.

6. Mise en œuvre

Le Cahier du CSTB n°3641 (Septembre 2008) correspondant à la Note d'Information n°3 du Groupe Spécialisé n°6 rassemble la plupart des dispositions relatives aux « Conditions générales d'emploi et de mise en œuvre » des vitrages organiques en polycarbonate. Ces dispositions générales de mise en œuvre sont pour la plupart, renouvelées ci-après et le cas échéant, complétées par des dispositions propres aux systèmes de vitrage organique diffusant.

6.1 Préparation des vitrages

Le dimensionnement des vitrages organiques diffusants est réalisé en amont, à façon lors de la commande, en fonction des exigences sur le dimensionnement, précisées dans le paragraphe §5.2.

Il n'y a pas de préparation autre que celle de vérifier avant mise en œuvre que les dimensions des vitrages organiques diffusants respectent les dimensions précisées lors de la commande et que celles-ci vont satisfaire aux jeux minimaux nécessaires à leur dilatation thermique en œuvre détaillés dans le §5.4 et aux caractéristiques des feuillure disponibles des profilés supports.

Dans le cas où des éléments (type structure ou autre) sont à proximité des vitrages organiques diffusants côté intérieur et peuvent occasionner un échauffement localisé des vitrages, ceux-ci seront uniquement de couleur blanche, et la distance entre le vitrage et ces éléments sera d'au moins 10 mm. La largeur de ces éléments ne devra pas par ailleurs excéder 100 mm.

Les radiateurs, corps de chauffe, ou appareils d'éclairage doivent être disposés de telle sorte qu'ils ne provoquent pas d'échauffement localisé des vitrages organiques.

6.2 Montage

Les dispositions de la norme NF DTU 39 P1-1 sont applicables en ce qui concerne les supports et le calage en feuillure basse et latérales.

La largeur minimale de prise en feuillure des vitrages organiques diffusants est de 20mm.

Le serrage doit assurer le maintien et permettre les variations dimensionnelles des vitrages organiques sous les effets de la température.

Les garnitures d'étanchéité principales et secondaires des feuillures doivent être effectuées seulement par des profilés d'étanchéité de type EPDM ou à base de TPE (élastomère thermoplastique) compatible.

La mise en œuvre des vitrages organiques s'effectue dans des feuillures, le vitrage étant maintenu sur les quatre côtés, ou trois côtés au regard des dépressions.

Les garnitures d'étanchéité principales et secondaires des feuillures doivent être effectuées seulement par des profilés d'étanchéité préformés à base d'élastomères thermoplastiques ou vulcanisés compatibles, par exemple de type EPDM.

La mise en œuvre des vitrages organiques s'effectue dans des feuillures, le vitrage étant maintenu sur les quatre côtés, ou trois côtés au regard des dépressions.

Dans le cas de véranda ou équivalent et d'une prise en feuillure sur trois côtés, le bord libre inférieur, en partie basse, doit être équipé d'un profilé comprenant des butées intérieures (distance minimale entre les butées intérieures et le fond de feuillure de 5mm) selon le modèle type de la *Figure 1* en fin de partie Dossier Technique, de largeur adaptée à l'épaisseur du vitrage et, permettant un drainage latéral. Dans ce cas, les vitrages organiques s'appuient par l'intermédiaire d'un profilé d'étanchéité sur un profilé transversal situé à proximité du bord libre intérieur sous les effets des charges descendantes, sous les effets des charges ascendantes (dépression) ils sont considérés en appui sur trois côtés.

6.3 Entretien et réparation

6.31 Entretien

Il faut proscrire toute pâte abrasive susceptible de rayer ainsi que les solvants. Utiliser une eau savonneuse, appliquée avec une éponge ou une brosse douce et puis rincer.

6.32 Réparation

Il n'est pas possible de réparer des vitrages organiques détériorés (perforations).

6.4 Recommandations particulières

Il est nécessaire d'utiliser des profilés d'assemblage, des joints ou des produits d'entretien compatibles avec le matériau polycarbonate.

Les solvants et les émanations de peintures, de produits d'imprégnation, ainsi que certains détergents et produits chimiques peuvent également être corrosifs. Pour éviter tout endommagement du vitrage, il convient d'éviter le contact direct de ces produits et de veiller à une ventilation des locaux vitrés lors des travaux de traitement, d'entretien ou de rénovation, par exemple.

Il convient par ailleurs de ne pas avoir de projection directe de produits à l'aide d'aérosol sur les vitrages organiques (insecticides).

En cas de rupture accidentelle du ruban de scellement des bords de coupe des vitrages organiques diffusants, les particules d'aérogel peuvent provoquer :

- lors d'un contact avec les yeux, des irritations mécaniques mais sans lésions permanentes,
- lors d'un contact avec la peau, des irritations de la peau et/ou des dermatites,
- lors d'inhalation, des irritations du système respiratoire.

Il convient pour les premiers secours, de rincer et de laver abondamment à l'eau les zones exposées.

B. Résultats expérimentaux

- Essais de durabilité d'une durée totale de 3000 h en WOM sur des échantillons vitrages organiques diffusants (ton incolore) scellés avec le ruban de toile adhésive de référence Scotch® n°361. Rapport d'essais CSTB n°CPM/05-0084 du 20 juin 2006.
- Détermination du facteur solaire, en partie courante et à l'état initial, sur des échantillons de vitrages organiques diffusants. Rapport du Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme n°TAG3-UA-0610-E11 du 7 novembre 2006.
- Détermination de l'émissivité, en partie courante et à l'état initial, sur des échantillons de vitrages organiques multiparois LEXAN® Thermoclear® Plus. Rapport d'essais CSTB n° CPM/05-0004 du 3 mars 2005.
- Caractérisation mécaniques et d'adhésion du ruban de toile adhésive Scotch® n°361. Rapport CSTB n°BV06-980 du 8/12/2006.

- Evaluation de la transmission de vapeur d'eau du ruban de toile adhésive Scotch® n°361 et de l'occurrence de condensations internes au sein des vitrages organiques diffusants. Rapport d'essais CSTB n°BV06-981 du 8 décembre 2006.
- Evaluation de la résistance au gradient thermique et à des cycles de déformation sur des échantillons de vitrages organiques diffusants en 16mm ». Rapport d'essais CSTB n°BV06-802A du 16 octobre 2006.
- Détermination des caractéristiques acoustiques, à l'état initial, sur des échantillons de vitrages organiques diffusants. Rapport d'essais CSTB n° AC06-034 du 9 juin 2006.
- Décision n°84 du 2 avril 2007 du Comité Thermique des Avis Techniques : valeurs du coefficient thermique U_g .
- Détermination des propriétés thermo-optiques, en partie courante et à l'état initial, sur des échantillons vitrages organiques diffusants « LUMIGEL ». Rapport d'essais CSTB n° CPM 11/260-25104.2 du 15 décembre 2011.
- Détermination des propriétés thermo-optiques, en partie courante et à l'état initial, sur des échantillons vitrages organiques diffusants « LUMIDOME ». Rapport d'essais CSTB n° CPM 12/260-260-37115 du 29 février 2012.

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) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.

C2. Références de chantier

- Façade de gymnase à Carquefou (Nantes, 44) : surface de 1500m² par Murail Architectures (via Alcaud SA).
- Toiture d'un Hypermarché Carrefour (Nantes, 44) : surface de 800m².
- Ecole de Meadow Wood School (UK) : surface de 50m².
- Usine Turbomeca Groupe Safran (par Alcaud SA) : surface de 1200m².
- SNCF Technicentre TGV Lyon : 2500m² de bardage et 1000m² de verrière (par Alcaud SA).
- Carrefour de Mont de Marsan (40) : 138ml de voûte CTS Monaco (par Alcaud SA).
- HEC de Jouy-en-Josas : 400m² de voûte CTS Monaco (par Alcaud SA).

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé « Lumira™ aerogel » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

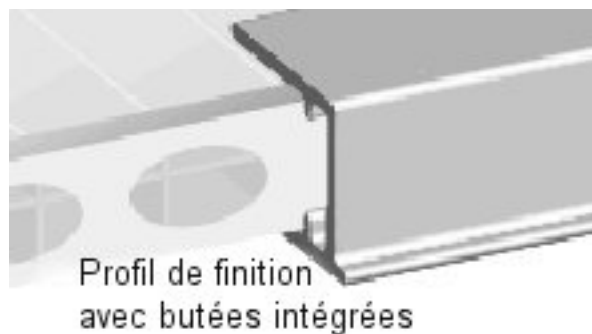
⁽¹⁾ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

Tableau et figure du Dossier Technique

Epaisseur totale (en mm)	Coloris	Largeur maximale (en m)	Longueur maximale (en m)	Masse surfacique minimale (en g/m ²)
16±0.6	Incolore ou Opale	0,9	6	3625

Tableau 1 - Caractéristiques du vitrage organique diffusant.

a) Schéma de principe



b) Hauteur minimale du fonds de feuillure du profilé de finition

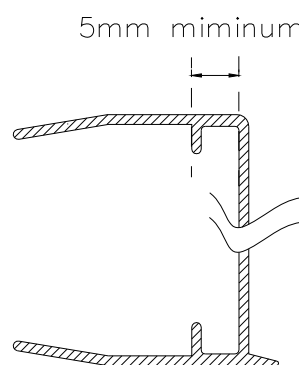


Figure 1 – Exemple de profilé de finition type dans le cas d'une prise en feuillure du vitrage organique multiparois sur 3 côtés (1 petit côté libre).

Vitrage diffusant 16mm

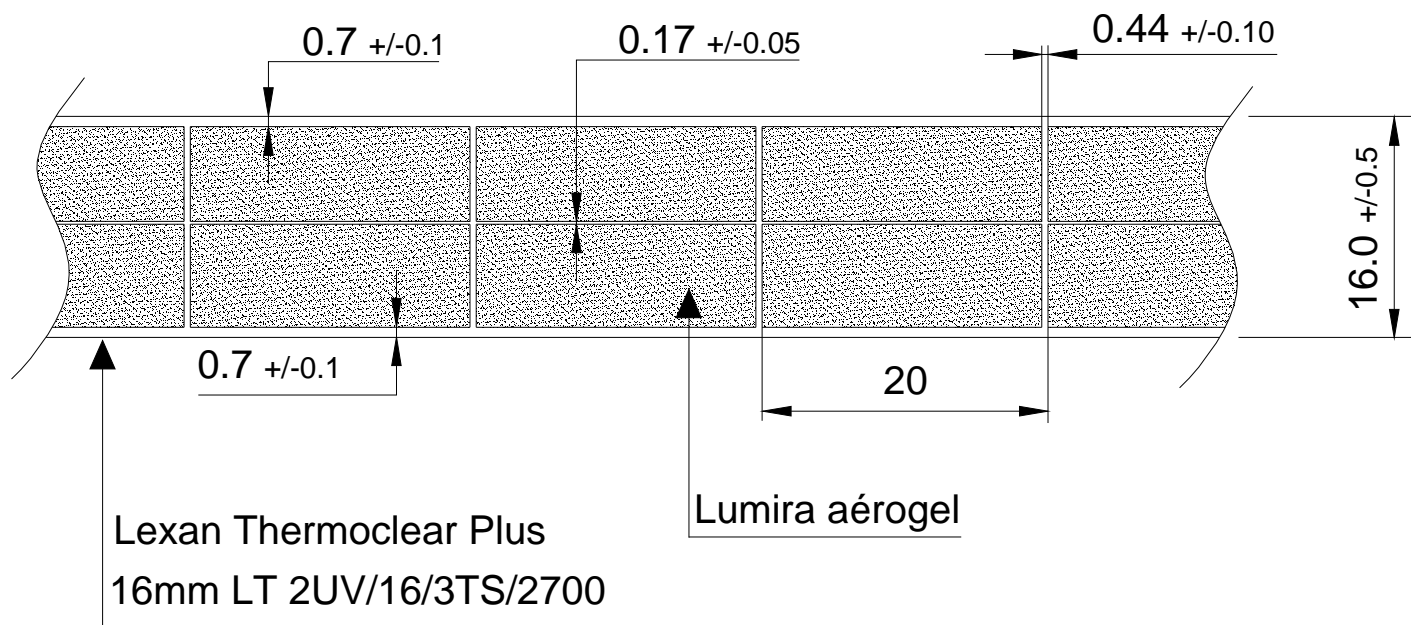


Figure 2 - Coupe du vitrage organique diffusant (en mm)