

## Quand le verre entre au musée et dans les galeries d'art

### Super Spacer® , tout l'art du vitrage

Du "bâtiment le plus complexe jamais réalisé" - le Musée du Futur à Dubaï - en passant par le pavillon du Musée Audemars Piguet au Brassus déroulant sa spirale de verre, Super Spacer® peut se féliciter d'inscrire à son palmarès les plus prestigieuses références et les plus spectaculaires réalisations architecturales et technologies de façade à échelle mondiale. Des exploits techniques principalement dus à la conception unique de cet intercalaire dont la flexibilité permet toute liberté créative des formes durant la transformation du verre, ainsi qu' une capacité de charge mécanique élevée du vitrage structurel.

« L'architecture est comme une toile personnelle qui nous raconte », a un jour évoqué le renommé architecte danois Bjarke Ingels, actuellement l'un des contemporains les plus célèbres parmi ses pairs. Pour ce conteur surdoué en architecture, qui décrit sa mission première dans la capacité à transformer les rêves en réalité, « qu'il s'agisse de projeter une construction mentale avec des briques Lego ou avec la version numérique "Minecraft", nous souhaitons tous voir le fruit de notre imagination se manifester dans le réel, un monde tangible dont les limites par nature confrontent directement l'architecture ».

C'est la raison pour laquelle les projets prestigieux comme les musées, les salles de concert ou les galeries d'art sont si convoités sur la scène architecturale, car les maîtres d'ouvrage imposent rarement des limites conceptuelles à leurs idées. « Les bâtiments culturels spectaculaires sont sources d'attraction touristique et deviennent autant de repères modernes », souligne Joachim Stoss, vice-président des ventes internationales chez Edgetech Europe/Quanex. C'est ainsi que le verre isolant bombé de l'entreprise berlinoise Döring Glas, commercialisé sous le nom de vandaglas depuis 2021, fait entrer l'intercalaire flexible Super Spacer® dans différents musées internationaux ; à l'instar des étourdissants projets conçus par le bureau du groupe BIG Bjarke Ingels, comme le premier musée de réfugiés au monde FLUGT au Danemark ou encore le musée d'art "The Twist", à proximité d'Oslo.



### La discipline suprême du cintrage du verre : le verre isolant tridimensionnel de forme libre

En lévitation, au-dessus des fleuves ... Non loin d'Oslo, des chefs-d'œuvre de Yayoi Kusama, Fernando Botero et Olafur Eliasson attendent les visiteurs au milieu de l'enchanté environnement forestier du musée d'art norvégien Kistefos. "The Twist" ferme le parcours circulaire du parc de sculptures, prodigieusement suspendu au-dessus de la rivière

Randselva, la rotation spectaculaire à 90 degrés de l'édifice transformant la galerie elle-même en une étourdissante sculpture.

Pour la façade en verre structurel, Döring a ici fourni dix éléments en verre isolant à quadruple vitrage avec warm edge de 55,04 mm d'épaisseur, les unités de forme libre étant fabriquées à partir du SGG Climaplus Contour avec Super Spacer® TriSeal™. Un film PVB assure une protection optimale des œuvres d'art contre le rayonnement des U.V. Les éléments IG se déploient sur une superficie totale de 98 m<sup>2</sup>, le plus grand élément couvrant une superficie de 5,2 x 2,5 m et pesant pas moins de 1,2 tonne !

....et des mers. La plus grande installation flottante au monde



Egalement située en Norvège à Hardangerford, l'une des plus grandes installations artistiques flottantes au monde - le Salmon Eye - a ouvert ses portes au grand public en septembre 2022, étonnant vaisseau spatial échoué en une silhouette ovoïde tout droit sorti de l'imaginaire d'anticipation de Kvorning Design et initié par Eide Fjordbruk, le premier éleveur de saumon au monde certifié pour sa production neutre en CO<sub>2</sub>. Dans cet étrange objet venu des mers, expositions et événements invitent à une expérience immersive inédite pour plonger dans une information pédagogique et inspirante et offrir de nouvelles pistes durables d'exploitation vertueuse des ressources maritimes. Une exploration à suivre au fil de quatre étages intérieurs sur 1 000 m<sup>2</sup>.

En une fabuleuse forme ellipsoïdale à double courbe représentant l'œil d'un saumon, la peau extérieure de cette masse étonnante se compose de 9 250 plaques d'acier inoxydable rappelant les écailles de ce poisson exceptionnel aux reflets argentés, tout en faisant oublier avec élégance et légèreté ses 1 256 tonnes planant au-dessus des eaux de l'un des plus beaux fjords de Norvège.

Vandaglas a ainsi transformé sept éléments de verre isolant double vitrage bombé pour l'extérieur en un arc tridimensionnel (comme pour la façade Kistefos) long d'environ 16,6 m ; le miroitier a spécialement sélectionné le verre feuilleté de sécurité "CurvePerformProtect" avec le Super Spacer® TriSeal™ Flex, intercalaire spécifiquement développé pour le verre bombé.

Le nombre de cintreuses de verre réellement capables de produire de tels vitrages isolants en Europe se comptent sur les doigts d'une main. Carsten Kunert, Directeur du site Döring vandaglas, revient sur ce défi de taille : « la difficulté avec les formes libres 3D paramétriques réside dans la capacité à décomposer le fichier 3D de la modélisation BIM destinée à façonner le verre dans la masse. Avant le bombage à proprement dit, les dimensions des coupes individuelles

du verre se doivent d'être déterminées pour chaque niveau de courbe personnalisée du vitrage, en tenant compte de sa structure. De plus, pour ces cintrages multiaxes, nous avons besoin de moules de cintrage en acier individuels pour chaque unité de verre, supportant des panneaux pesant plusieurs tonnes et exposés à des températures pouvant aller jusqu'à 650 °C tout au long du processus de transformation. Des formes aussi complexes sont devenues possibles grâce aux programmes de dessin 3D dernière génération, au transfert ERP des données à des machines de haute précision pour la fabrication des moules, et autres instruments de mesure numériques 3D. Pour autant, au-delà des outils de simulation très intelligents, le comportement physique du verre ne peut pas toujours être calculé avec exactitude et nécessite, dans le cas de formes libres sphériques, en plus d'une grande expérience, d'avoir recours à des essais de flexion pour identifier les erreurs ».

### **Quand la technologie des murs-rideaux repousse les limites des façades architecturales**

Le Musée-Atelier Audemars Piguet au Brassus, une petite ville à plus de 1 000 m d'altitude nichée au creux de la vallée de Joux, dans les montagnes du Jura suisse, abrite l'histoire patrimoniale de la haute horlogerie depuis deux cent cinquante ans, avec pour intention de transmettre et raconter « les histoires de maîtres horlogers de talent qui, depuis des générations, n'ont cessé de repousser les limites de leur métier, à l'origine des plus belles "Complications horlogères" ».

Miroir de ces mécanismes d'exception, la conception architecturale du Musée-Atelier imaginé par les architectes danois Bjarke Ingels Group (BIG) - et qui a demandé pas moins de six ans de travaux - déroule une double hélice de verre, figure rhétorique d'un ressort de montre géant, reliée au bâtiment historique de la manufacture Audemars Piguet fondée en 1875, menant au cœur du nouveau musée.

Cette remarquable construction vernaculaire constitue un tour de force architectural avec sa façade hélicoïdale tout verre, le maillage en laiton d'une impressionnante protection solaire habillant l'extérieur de l'édifice et un toit en acier de 470 tonnes recouvert d'un manteau végétal, tous deux intervenant en autant de régulateurs de la température et de la luminosité.



Cette réalisation repoussant à l'extrême les limites technologiques du vitrage structurel concentre ici 101 éléments de murs-rideaux courbes et trapézoïdaux supportant intégralement les charges de la façade en l'absence d'appuis supplémentaires. Les vitrages isolants sont ainsi collés haut et bas à l'intérieur de modules en acier spécialement fabriqués pour l'occasion, un mortier d'injection évitant tout contact entre le warm edge et l'acier.

Autant dire que la mise en œuvre et la concrétisation de cette vision architecturale et de ses prouesses techniques sans précédent, ont valu une intense collaboration entre les équipes de conception BIG, les ingénieurs de Lüchinger+Meyer Bauingenieure pour la structure, les spécialistes et installateurs de façade Frener + Reifer et le transformateur verrier SFL Glastechnik pour ne citer que les principaux acteurs, entraînant d'innombrables essais de charge – jusqu'à 80 tonnes maximum – et essais de vieillissement. D'autre part, ont dû être pris en compte la rigueur du climat avec un thermomètre capable de chuter au-dessous de moins 20°C et une masse neigeuse pouvant atteindre un poids supérieur à 5 kN/m<sup>2</sup>.

Par ailleurs, la façade qui se devait de répondre à la norme suisse Minergie en matière d'efficacité énergétique a nécessité la pose de triple vitrage respectant une valeur Ug de 0,5 W/(m<sup>2</sup>.K). Avec des dimensions de 2,4 m x 1,5 m à 2,4 m x 5,5 m, chaque unité de vitrage isolant, même si seuls quatre types de courbe différents aient été nécessaires, a été traité de façon unique de sorte que chaque bord supérieur et inférieur puisse suivre le cours naturel du terrain.

Quant à l'épaisseur de la structure en verre feuilleté concernant des parois intérieures augmentant de l'extérieur vers le centre de la spirale jusqu'à 66 mm, elle se compose de 5 couches de 12 mm en plus d'un film SGP, les murs-rideaux de la façade extérieure se caractérisant chacun par une épaisseur de 96,5 mm. Le triple vitrage intérieur porteur est constituée de verre feuilleté à contrôle solaire SunGuard® SNX 60/28 de 12 mm avec film SGP, le vitrage central de 8 mm étant non feuilleté, le verre extérieur se caractérise par un feuilleté de 2 x 8 mm, le choix s'étant porté par SFL Glastechnik pour l'intercalaire Super Spacer® TriSeal Flex™ teinté noir.

« S'il est vrai que le verre épais chauffe peu, les variations de température entre l'été, l'ombre portée des arbres et autres incidences climatiques, soumettent le verre à d'importants écarts de dilation », explique Christoph Rubel, responsable technique Europe chez Edgetech, et poursuit : « du fait de la grande rigidité de la structure de ce verre épais, le joint du warm edge doit absorber tout changement de pression entre les vitrages. De plus, le verre bombé étant en soi plus rigide que le verre plat, les charges climatiques s'avèrent encore plus impactantes sur le joint de l'intercalaire ». Joachim Stoss pointe les atouts phares du matériau principal équipant le Super Spacer® : « la flexibilité de la mousse structurelle en silicone offre une résilience à 100 % pouvant absorber jusqu'aux charges mécaniques les plus fortes. Cela garantit l'étanchéité du joint du warm edge d'une part, propriété thermique bien sûr impérative pour chaque vitrage isolant IGU, mais en raison d'autre part de la valeur élevée des verres fabriqués pour ce projet, il était particulièrement important qu'aucune humidité ne pénètre dans l'espace entre les vitrages et n'altère la transparence du verre ».

Que ce soit dans les montagnes suisses, dans le climat arctique norvégien ou dans l'extrême chaleur des déserts, le joint périphérique du vitrage isolant structurel doit résister à toutes les forces mécaniques causées par l'amplitude des changements de température et du vent sans exception.

Le fait que le Super Spacer® TriSeal™ résiste sans problème aux charges les plus élevées a notamment été testé et prouvé dans un simulateur d'ouragan porté à une vitesse de 350 km/ heure sous pression positive et à 395 km/ heure sous aspiration. Christoph Rubel résume : « les intercalaires rigides forment une arête vive en bordure de joint lorsqu'une certaine charge de pression a été dépassée, et sur laquelle le verre peut se briser. Un intercalaire flexible, qui par là-même se distingue par la souplesse unique de son joint, réduit ici considérablement le risque de rupture ».

**À propos de Edgetech Europe GmbH, A Part of Something Bigger**

Edgetech Europe GmbH, située à Heinsberg, en Allemagne, est une filiale à part entière de Quanex Building Products Corporation (NYSE : NX), une entreprise de fabrication mondiale cotée en bourse qui sert principalement les équipementiers des marchés de la fenêtre, l'ébénisterie, l'énergie solaire, la réfrigération et des produits d'extérieur. Edgetech Europe GmbH dessert les marchés d'Europe continentale avec un total de 490 employés et 17 extrudeuses. **"A Part of Something Bigger"** (Nous faisons partie de quelque chose de plus grand) en améliorant la performance et l'esthétique des produits finis grâce à une innovation continue, aidant ainsi les clients à atteindre une plus grande efficacité dans leur production et en nous engageant à redonner aux communautés où nous opérons. Rendez-vous sur [quanex.com](http://quanex.com) pour plus d'informations.

**Contact**

**Agence de presse**

Interview International

Ingrid Hecht

15, rue Martin Luther

67000 Straßburg, Frankreich

Tel: +33 (0)388.1555.88

[info@interview-international.fr](mailto:info@interview-international.fr)

**Edgetech Europe GmbH**

Charlotte Hawkes

HEAD OF MARKETING, IG INTERNATIONAL

Gladbacher Straße 23

52525 Heinsberg, Deutschland

Tel: +49 (0)2452.96491.0

[info@edgetech-europe.com](mailto:info@edgetech-europe.com)

[QUANEX.COM](http://QUANEX.COM)

