

Première mise en œuvre en France du vitrage bas carbone Mirai de Pilkington pour les 72 panneaux

Une serre géodésique bioclimatique pour la Saline royale d'Arc-et-Senans

Au cœur du site historique de la Saline royale d'Arc-et-Senans (25), l'architecte Yann Rocher a conçu une serre géodésique bioclimatique installée dans les jardins de ce lieu chargé d'histoire. La Saline royale, ancienne manufacture de sel inscrite sur la Liste du patrimoine mondial de l'Unesco, se réinvente autour d'un nouvel aménagement paysager dont la forme est inspirée par la Cité idéale de Chaux imaginée par son architecte Claude-Nicolas Ledoux au XVIII^e siècle.

Cette serre, taillée comme une pierre précieuse, a été "posée" au cœur du cercle composé de 30 jardins sur 13 hectares qui s'inspirent du travail du fameux paysagiste Gilles Clément.

Pas moins de 229 donateurs ont épaulé les six partenaires et 13 mécènes du projet de cette serre où les légumes qui y seront produits serviront à alimenter le restaurant de la Saline royale.

La société VIT de Paray-le-Monial (71) a fourni les vitrages composés du verre Pilkington (feuilleté Evasafe, trempé, 8 mm Mirai et 4 mm K Glass). Notons que c'est la première mise en œuvre en France du vitrage bas carbone Mirai de Pilkington (10,5 kg eqCO₂) qui, sur ce chantier, a permis d'économiser 2,83 tonnes eqCO₂ pour 270 m² de vitrage (dont 100 m² posés). Soit l'équivalent de sept aller-retour Lille-Nîmes en voiture ou un aller-retour Paris-New York en avion ! (lire notre encadré sur le vitrage Mirai et son EPD ci-après).

Un polyèdre doté d'une symétrie de révolution à double spirale autour d'un axe, et composé de faces en forme de losanges

« Le premier défi a été de concevoir un projet déduit des techniques de culture maraîchère et des principes et contraintes inhérents au bioclimatique. En quelques mots, il s'agissait de travailler l'ensoleille-



Visite du site en compagnie des acteurs du projet avec, de gauche à droite : Marc Amah, responsable technique & marketing Pilkington ; Mickaël Labrosse, président de VIT ; Yann Rocher, architecte ; Camil Noun, responsable commercial Pilkington ; Pascale Beuthen, responsable ADV Pilkington, et Charles Henry, responsable prescription Pilkington.

ment, l'accumulation de chaleur et l'inertie thermique, la ventilation et l'aspersion, plus généralement l'ergonomie liée à la manipulation des plateaux de culture où poussent les plants, sans oublier l'usage cyclique de l'eau. Des calculs menés par le bioclimaticien Jacques-Yves Baumann ont permis d'optimiser les différents paramètres du projet et d'intégrer un système de puits canadien. Le deuxième, poursuit l'architecte, concerne l'implantation puisque la serre est située dans le prestigieux jardin-laboratoire qu'est le "Cercle immense", ce qui supposait la réversibilité de tout ce qui est construit, et le respect absolu du sol en présence.

À cela se double le fait que Claude-Nicolas Ledoux, l'auteur de la Saline royale, était un grand architecte de la forme sphérique. Or le recours à cette géométrie rare dans ses projets de Maison des gardes agricoles et de Cimetière de la ville de Chaux s'est toujours accompagné d'un soin extrême dans la façon d'articuler les courbes au sol, au point qu'il ne semble pas exagéré de parler rétrospectivement d'une véritable dramaturgie de la rencontre entre terre et ciel.

Le troisième a été de s'emparer du thème géodésique suggéré par l'équipe, et de faire, d'un jeu constructif aux règles strictes, une solution répondant avec pertinence et souplesse aux différentes questions sou-





levées par le projet. Dans cette optique, et après avoir identifié les potentiels et limites propres aux coupôles triangulées et peaux minces de type géode, un autre genre de polyèdre a été retenu : le projet repose sur la géométrie d'un rhombizonoèdre polaire de révolution, plus connu sous le nom de "zome", c'est-à-dire un polyèdre doté d'une symétrie de révolution à double spirale autour d'un axe, et composé de faces en forme de losanges », poursuit Yann Rocher.

La pierre, l'acier et le verre ont été privilégiés

La matière de la serre, quant à elle, résulte d'une réflexion à la croisée de trois préoccupations : d'abord la nécessité, au sein du Cercle immense, de matériaux réversibles par leurs techniques de mise en œuvre et le plus recyclable possible ; ensuite l'envie, même si la serre est un assemblage "sec" et par conséquent construite pour un temps limité jusqu'à être démontée, de faire appel à des matériaux aussi nobles que pérennes ; et pour finir, de choisir des matériaux en fonction des contraintes de construction de voûtes légères et minces, et de l'autoconstruction par l'équipe, qu'il s'agisse des différentes phases de fabrication (terrassement, soubassement, serrurerie) ou du procès d'assemblage in situ (méthode de présentation, fixation et étayage, couverture par le verre et joints).

« En définitive, la pierre, l'acier et le verre ont été privilégiés, et forment respectivement dans le projet un écrin, un squelette et une robe dissociés, dont tous les éléments ont la particularité d'être visibles », précise Yann Rocher.

La pierre de Comblanchien, grâce à un mécénat offert par la société SETP en étroite relation avec le respon-

sable du jardin Denis Duquet, constitue l'essentiel du soubassement massif et fait l'objet de différents traitements de surface : lisse sur les parties inclinées extérieures conduisant l'eau de pluie, elle est respectivement layée et flammée afin que le sol de la rampe et le dallage intérieur radial adhérent, ou se présente encore sous forme de "croûte" conférant aux murets d'entrée un caractère géologique.

L'acier, mis en œuvre par le menuisier Jean-Louis Barraud, forme l'ossature de la coupole par le biais de losanges qui ont été soudés sur des sphères et regroupés par spirales successives sur un "berceau" (une contreforme préparée au sol de l'atelier et reprenant les positions tridimensionnelles exactes des sphères).



La serre lors de son inauguration.

Le verre est agrafé au moyen de pièces de jonction dessinées spécialement par l'ingénieur Bernard Babinot

Ce mode d'assemblage, une prouesse constructive puisque les "zomes" sont généralement structurés en bois et assemblés losange par losange, a permis de dresser la coupole par la solidarisation de six spirales, connectées entre elles par des entretoises. Le squelette d'acier est stabilisé à l'intérieur par un jeu de jambes de force et de roues servant également de système d'accroche pour l'arrosage et les voiles de culture.

Le verre, fruit d'un mécénat des sociétés VIT et Pilkington, assure la couverture étanche via une pose extérieure, qui a supposé la maîtrise soignée des raccords des différentes facettes de la serre grâce à des joints de dilatation et d'étanchéité en silicone indispensables à ce genre de construction.

« Ce verre est agrafé au moyen de pièces de jonction dessinées spécialement par l'ingénieur Bernard Babinot, qui permettent, de façon absolument inédite et très technique, de connecter les carreaux à la structure en garantissant à la fois de régler les différentes angulations et de gérer les jeux de dilatation entre verre et acier », détaille l'architecte.

« Afin que la coupole résiste aux impacts de grêle et isole l'intérieur selon les principes bioclimatiques, la peau de verre est un composé feuilleté-trempé qui associe une feuille isolante à une feuille d'extra-clair, cette dernière, mise en œuvre pour la première fois en France, réduisant les émissions de carbone de 52 % à la fabrication », conclut Yann Rocher. ■



PANNEAU DE CHANTIER

Maître d'ouvrage : Saline royale d'Arc-et-Senans (25)

Architecte : Yann Rocher, architecte DPLG

Bureau d'études : Bernard Babinot, ingénieur conseil

Responsable jardins et biodiversité : Denis Duquet

Pierre : SETP

Acier : Arcelor Mittal France. Mis en œuvre par le menuisier Jean-Louis Barrand

Verre : fruit d'un mécénat des sociétés VIT et Pilkington

Rotules fixation des vitrages : Sadev

Mise en œuvre du verre : Teddy Pose

QUID DU VERRE MIRAI ?

Pilkington Mirai peut être proposé comme une alternative bas carbone au verre float ordinaire, sans différence de performance, de qualité ou d'aspect esthétique. Il a été développé grâce à l'utilisation de carburants alternatifs, d'une teneur élevée en verre recyclé et de sources d'énergie verte.

Le nom Mirai, qui signifie "futur" en japonais, a été vérifié par un tiers indépendant comme ayant 52 % de carbone incorporé en moins, le certifiant comme le verre le moins carboné de sa catégorie.

La vérification indépendante provient d'une nouvelle Déclaration Environnementale de Produit (EPD pour Environmental Product Declaration) pour le Pilkington Mirai. Le verre a été développé à la suite d'une série d'essais de principe avec des carburants alternatifs, une première mondiale, par NSG Group. Les essais de référence ont été achevés alors que le groupe s'efforce d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, son objectif certifié Science Based Targets Initiative (SBTi).

Pilkington Mirai contient 52 % de carbone incorporé en moins par rapport au verre float standard produit par NSG Group. Le verre offre l'alternative la plus faible en carbone, sans différence de performance, de qualité ou d'apparence esthétique. Il représente une solution simple pour les architectes, les promoteurs et les propriétaires d'actifs pour réduire la part de carbone intrinsèque des bâtiments.

Kristian Chalmers, responsable de la stratégie commerciale Mondiale, Verre Architectural, déclare : « La vérification de Pilkington Mirai, en tant que verre le moins carboné de sa catégorie, représente une étape majeure pour le secteur de la construction dans son parcours vers une nouvelle ère de bâtiments à faible teneur en carbone incorporé. Ce verre permet aux constructeurs d'améliorer immédiatement l'empreinte carbone de leurs projets, tout en offrant les mêmes fonctionnalités et performances attendues d'un verre architectural classique. Les EPD du Pilkington Mirai et de nos autres produits offrent aux différents acteurs de la construction un verre les aidant à atteindre leurs objectifs en matière d'émission de carbone. »

Avec d'autres indicateurs environnementaux, les EPD fournissent des données sur le potentiel de réchauffement climatique (GWP pour Global Warming Potential) des produits en évaluant le carbone émis à chaque étape du cycle de vie d'un produit. Les émissions générées lors de la fabrication, le transport, l'utilisation du produit et l'élimination du verre à la fin de sa durée de vie sont toutes évaluées et rapportées dans la déclaration environnementale.

Les EPD permettent non seulement aux architectes et aux prescripteurs de prendre des décisions éclairées, plus respectueuses de l'environnement, lors de la sélection de matériaux, mais également de calculer le carbone incorporé d'un bâtiment.

Cela aide également les architectes pour faire certifier leur projet en démontrant qu'il répond à certaines normes en matière d'éco-conception de bâtiments durables, telles que les certifications LEED et BREEAM.

