

Une serre au climat tropical

Cintrage à froid du verre dans le Parc zoologique de Paris

L'ancien zoo de Vincennes va bientôt rouvrir ses portes sous le nom de Parc zoologique de Paris. Il comprend une grande serre au climat tropical, longue de 100 m et couverte de vitrages isolants cintrés à froid. C'est un intercalaire souple à bord chaud qui permet cette courbure des verres en bulle.

Situé au Bois de Vincennes, sur un terrain appartenant à la Ville de Paris, le Parc zoologique de Paris d'une superficie de 15 ha - a été inauguré en juin 1934, sous le nom du "zoo de Vincennes".

Depuis lors, les enjeux des parcs zoologiques ont beaucoup évolué. Ils n'ont plus vocation à se limiter à la simple présentation d'animaux exotiques et ils sont devenus des supports actifs de conservation et de protection des espèces animales. Ils sont également des vecteurs de communication et de sensibilisation aux problématiques environnementales. Pour répondre à ces nouvelles missions, une refonte totale de l'espace s'est avérée nécessaire, dans le respect des normes réglementaires.

Thomas Grenon, directeur général du Muséum national d'histoire naturelle, rapporte : « Concevoir le zoo du XXI^e siècle, voilà l'ambition que s'est donnée le Muséum national d'histoire naturelle, en se lançant dans le chantier de rénovation du Parc zoologique de Paris. Un zoo qui ne soit plus simplement exotique et récréatif mais plonge véritablement ses visiteurs

dans l'environnement naturel des animaux et leur offre un voyage scientifique au cœur de la biodiversité. »

Le Parc zoologique va ainsi se métamorphoser et changer de nature, avec un nouveau slogan : "Le Parc zoologique de Paris, une nouvelle espèce de zoo". L'animal est au cœur de la conception de ces espaces paysagers et devient indissociable de son milieu. Cinq zones géographiques présentent la diversité du monde vivant : Patagonie, Sahel-Soudan, Europe, Guyane-Amazone, Madagascar. Une sixième zone, Afrique équatoriale, est également prévue dans le futur.

Les travaux, débutés en 2011, vont s'achever prochainement, avec une réouverture prévue en avril 2014 pour les cinq premières zones.

Serre tropicale à double vitrage

Située à la fois sur les deux zones Guyane-Amazone et Madagascar, une grande serre tropicale humide va abriter l'Amazonie, paresseux, primates,... Cette serre "Guyane-Madagascar" mesure 100 mètres de



La serre et l'installation d'accès au-dessus du faîtage

long par 40 mètres de large, sur environ 16 mètres de haut. Elle présente une forme générale de demi-cylindre, reposant sur une structure en béton semi-enterrée. Elle se transforme de chaque côté par des croupes arrondies, se terminant chacune par une paroi verticale.

Les arcs porteurs de la structure sont triangulés et espacés tous les six mètres le long du demi-cylindre principal. Ils portent une structure en acier qui reprend les menuiseries. Sophie Bories, responsable des achats pour Marchegay technologies, détaille : « La serre comprend une structure acier de 185 tonnes, 14 tonnes d'aluminium pour les menuiseries et 200 tonnes de verres. La surface de couverture est de 5300 m², pour une hauteur maximale de 16,50 m. Elle est équipée de plus de 6 000 volumes de doubles vitrages isolants, bombés à froid sur le site. En effet, nous avons proposé une solution économique respectant la courbure du projet, puisqu'un verre cintré à froid est plus économique qu'un verre bombé à chaud. » Marchegay est spécialiste des serres, mais aussi des verrières du bâtiment.

Une ventilation naturelle

La température exigée dans la serre est de 20°C en hiver et de 25° en été, avec des





PANNEAU DE CHANTIER

Promoteur : groupement Chrysalis

Maîtrise d'ouvrage : Muséum national d'Histoire naturelle

Architecte : Bernard Tschumi urbanistes Architectes à Paris

Entreprise générale : Bouygues bâtiment Ile-de-France à Saint-Quentin-en-Yvelines (78)

Serre : Marchegay technologies à Luçon (85)

Miroiterie : Michel-Deschanet à Augny (57)

seuils de 18° minimum en hiver et de 30° maximum en été. L'hygrométrie doit rester très régulière, à 75 %.

Sophie Bories indique : « L'objectif était de réaliser une ventilation naturelle en limitant les coûts d'exploitation. Deux études thermiques dynamiques ont été menées pour le dimensionnement des ouvrants, situés en parties basses et hautes de la serre. Ces ouvrants mesurent 33 m de long par 1,50 m de haut. Ils sont groupés deux par deux l'un au-dessus de l'autre pour une meilleure ventilation. Chaque ouvrant comprend 33 verres d'un mètre de large, placés selon le calepinage de la serre. La serre comporte 16 châssis en tout et le taux d'amenée d'air est important. » En été, le rafraîchissement est apporté par ces ouvrants, par une brumisation au sol, et par l'évaporation d'un bassin situé dans la serre. En complément, des aérothermes situés en partie basse de la serre, devant les ouvrants, permettent une surventilation de la serre.

En hiver, ces aérothermes fonctionnent en mode chauffage, et des déstratificateurs situés en partie haute de la serre renvoient l'air chauffé vers le sol.

Pour la ventilation, les ouvrants sont reliés à un système de gestion automatisée, qui comprend des capteurs et une station météo.

Une flèche de 12 mm

Sophie Bories ajoute : « La mise en œuvre du double vitrage bombé à froid s'est fait dans le cadre d'une ATex et les calculs de dimensionnement ont été validés par le CSTB. Des tests de vieillissement cycliques ont été menés sous forte hygrométrie, à des températures de -15° à + 55°C. Des essais de résistance aux chocs de 1200 joules ont été passés. »

Les verres mesurent 1,50 m de haut par un mètre de large, et leur rayon de courbure est de 20 mètres, avec un intercalaire souple. La flèche de chaque verre ne dépasse pas 12 mm et quatre serreurs en aluminium amènent le verre à se cintrer. Il s'agit de serreurs de la gamme Marchegay, développés sur mesure.

Sophie Bories précise : « Nous avons monté les serres, mis en œuvre et cintré les verres fournis par la miroiterie Michel-Deschanet, assuré la fabrication des ouvrants, et fourni les équipements de brumisation. Concernant la méthodologie du chantier, des sous-ensembles, comprenant pannes et couverture, ont été assemblés au sol sur des gabarits, et les verres ont été cintrés au sol. Chaque ensemble, de 65 m², a été ensuite levé à la grue grâce à un palonnier spécifique. Les ouvrants ont été montés dans un deuxième temps. »

Les premières plantes de la serre



À l'extérieur, l'entretien de la serre sera assuré par une échelle de sécurité avec ligne de vie, qui permet d'accéder sur le dessus de la serre. En dernier, Marchegay doit monter les sas d'entrée avec des portes à grand trafic. « Il s'agit, s'amuse Sophie Bories, de portes "gorilles-proof" qui doivent être ouvertes par les humains, mais pas par les singes logeant dans la serre, pour qu'ils n'arrivent pas à en sortir seuls. »

Une ligne de fabrication dédiée

Pascale Roche-Deschanet, directrice générale de la miroiterie Michel-Deschanet, explique : « Les vitrages isolants sont légèrement cintrés à froid, pour que les volumes prennent la forme d'un arrondi. » Le verre supporte seul cet effort, mais un intercalaire souple permet de maintenir l'étanchéité entre les deux verres.

Pascale Roche ajoute : « Nous avons été choisis parce que nous étions les seuls en France à pratiquer la dépose automatique du cordon souple Superspacer d'Edgetech, à la place de l'intercalaire aluminium traditionnel. En effet, le chantier a nécessité une AText pour mesurer l'épaisseur du joint de scellement avec l'intercalaire souple et le vitrage bombé à froid : l'intercalaire Superspacer accepte la déformation et supporte la courbure sans casser. C'est le seul intercalaire souple à bord chaud (warm-edge), déposé en bobine. »

Les formes de vitrages sont généralement rectangulaires, mais la courbure de la serre crée de nombreux vitrages différents, aux formes et cotes uniques.

Didier Roche, directeur commercial de la miroiterie Michel-Deschanet, explique : « Sur les 6000 vitrages du chantier, 30 % ont



été réalisés selon des gabarits. Il y a eu 1 500 gabarits différents, dont 250 gabarits unitaires, pour les reprises d'angle aux bouts de la serre. »

Il détaille : « Les verres isolants ont une épaisseur totale de 26 mm et sont composés, en face extérieure, d'un verre trempé de 5 mm à basse émissivité (de Guardian), d'un vide d'air de 12 mm, et d'un feuilleté 44.2 comprenant deux verres trempés. Le joint de scellement de 10 mm est en silicone bi-composant. La hauteur de scellement est de 15 mm, comprenant ce joint et l'intercalaire de 5 mm. » ■

LORRAINE : LA MIROITERIE MICHEL-DESCHANET CONTINUE SA CROISSANCE

La miroiterie Michel-Deschanet a été créée en 1959 par le père de Pascale Roche-Deschanet, Michel Deschanet. Elle réalise actuellement un chiffre d'affaires annuel de 5 M€, avec 26 personnes.

Pascale Roche-Deschanet, directrice générale de la miroiterie, indique : « Nous avons souhaité investir dans une ligne de production de double et de triple vitrage, avec une double barrière d'étanchéité et un cordon souple Superspacer, mais nous attendions que le procédé soit certifié par Cekal. Nous avons passé commande dès qu'il l'a été. Pour cette nouvelle ligne de fabrication de Lisec, qui mesure 46 m de long, nous avons dû rallonger le bâtiment de 5 mètres. »

L'investissement est de 1,3 millions d'euros, dans la ligne de production et le bâtiment. Pour cela, l'entreprise a reçu diverses aides : européennes, de la Carsat, de la région Lorraine...

Cette ligne est la première installée en France. Elle permet d'assembler du double et du triple vitrage de façon entièrement automatique. Elle façonne les arêtes abattues, lave les verres, puis un robot dépose automatiquement le (ou les)

cordons d'intercalaire. La ligne comprend une butyleuse intégrée et deux rouleaux d'alimentation. Elle permet du triple vitrage assymétrique, avec des intercalaires d'épaisseurs différentes. Elle assemble des verres aux formes classiques, mais aussi des trapèzes ou des formes variées, mais avec une base rectiligne pour installer les verres sur la ligne.

Pascale Roche précise : « La machine, mise en service début 2012, a nécessité la formation du personnel et l'installation de périphériques. Elle a été opérationnelle juste à temps pour ce chantier du zoo. Durant la préparation de cette très grosse commande, nous avons pu gérer l'organisation de l'atelier et nous n'avons eu aucun accident du travail : l'installation de cette ligne s'est faite dans la joie et la bonne humeur, avec l'envie d'y arriver pour toutes les équipes. »

Elle conclut : « Depuis l'acquisition de cette machine, nous pouvons répondre également à des demandes de triple vitrage, qui augmentent dans la région. La production de triple vitrage représente déjà 30 à 40 % de notre chiffre d'affaires. Quant à la production avec le nouvel intercalaire Superspacer, elle représente la moitié de la production : il est certes un peu plus cher, mais également plus performant. »

PASCALE ROCHE INVITÉE PAR FRANÇOIS HOLLANDE



Pascale Roche raconte : « Le 26 septembre, j'ai été invitée à une table ronde de dirigeants lorrains avec le Président de la République. J'ai préparé

cette rencontre par une réunion avec mes salariés, qui m'ont transmis leurs doléances. À François Hollande, j'ai bien sûr parlé des prix trop bas du verre, mais j'ai aussi fait part de la demande de mes salariés. Ils travaillent 38 heures par semaine, avec 3 heures supplémentaires, et ils vivent la refiscalisation des heures supplémentaires comme une injustice. Mais je ne suis pas sûre d'avoir été entendue : les hommes politiques sont de grands mystiques... »