



Architecture & technique

Structure

Un palais éphémère qui a tout pour durer

Conçu pour remplacer le Grand Palais pendant quatre ans, l'ouvrage en bois sera assemblé en six mois et présentera toutes les caractéristiques d'un édifice pérenne.

Depuis septembre, la charpente d'une imposante cathédrale en bois est en cours de montage sur le Champ-de-Mars à Paris (VII^e arrondissement). Ce Grand Palais éphémère, bâtiment provisoire d'environ 10 000 m², rappelle le temps des expositions universelles. Il devra abriter, début 2021, « les événements habituellement accueillis dans la nef du Grand Palais jusqu'à ce que les travaux de rénovation s'achèvent », précise Emmanuel Marcovitch, directeur général délégué de la Réunion des musées nationaux-Grand Palais, maître d'ouvrage de l'opération avec Paris 2024. Le lieu, dont la jauge est de 9 400 personnes, accueillera ensuite, à l'été 2024, des compétitions des Jeux olympiques et paralympiques.



Malgré la durée de vie de l'ouvrage limitée à quatre ans, la maîtrise d'œuvre a dû faire face à des exigences incontournables : implanté dans un site contraint et à proximité des riverains, le chantier devra limiter les nuisances sonores (*lire p. 67*). Par ailleurs, le bâtiment devra être autonome en énergie (*lire p. 66*), et, surtout, être construit en seulement six mois.

Préfabrication en atelier. « Dans le respect de l'axe qui relie l'esplanade de la tour Eiffel à l'École militaire, le Grand Palais éphémère, qui culminera à 20 m, prendra une forme de croix », explique Louis Lafargue, responsable de projets au sein de l'agence d'architecture Wilmotte et Associés. Non sans évoquer l'architecture du Grand Palais, sa nef de 140 m de long et son transept



PATRICK TOURNIER/LEF / INRA / TENDANCEFLAQUE



AMÉLIE LUQUAIN

de 145 m seront structurés par 44 portiques cintrés en bois. Ces arches structurelles, hautes de 3 m, sont constituées de membrures hautes et basses bordant des diagonales. Pour tenir les délais de chantier, elles ont été préfabriquées dès juillet dans l'usine strasbourgeoise du charpentier Mathis. «Le corps des arcs a pu y être préassemblé en tronçons de 17,50 m de long pour être transportable par camion. Une fois sur site, leur montage aux reins des arcs, au sol, s'effectue en 7 heures», détaille Frank Mathis, P-DG de la société familiale. A noter que les ferrures d'assemblage, elles aussi, ont fait l'objet d'une préfabrication en usine afin d'assurer la précision millimétrique nécessaire.

Une arche montée par jour. La pose a débuté avec la mise en place des deux portiques diagonaux de 65 m de portée qui se croisent à la clé de voûte. «D'un poids de 38 t, ils ont été levés par deux grues télescopiques puis liaisonnés sur une tour d'étalement provisoire», raconte Cédric Taglang, conducteur de travaux principal pour Mathis. A partir de là, le montage des 16 arcs coupés, puis des ailes est et ouest, pouvait démarrer. Achevées mi-novembre, ces dernières sont constituées chacune de 12 portiques de 50 m de portée. Pour lever leurs 10,5 t, là encore les grues mobiles sont sollicitées. «Les longueurs des lingues



XAVIER TESTELAN / LOUVECIENCE



GILLES HOLLER / INA

1 - Le 3 septembre, le premier portique diagonal de 65 m de portée était levé, liaisonné sur une tour d'étalement provisoire. **2 -** Une fois la clé de voûte en place, les arcs des ailes est et ouest ont été assemblés au sol avant d'être levés et déployés. **3 -** Une peau en PVC recouvre les parties hautes tandis qu'une membrane en ETFE habille les flancs. **4 -** Situé dans le VII^e arrondissement, l'ouvrage ne doit pas occasionner de gêne aux riverains.



et les points d'accroche ont été définis selon le centre de gravité de la structure par notre bureau d'études», poursuit le conducteur de travaux. Chaque portique triangulé est alors redressé en une quinzaine de minutes. Leurs pieds métalliques, de 3,70 m de haut pour 90 cm de large, sont ensuite fixés dans les platines préscellées dans des socles en béton, eux-mêmes fondés tous les 4,50 m sur des micropieux de 14 m de profondeur. Les portiques restent suspendus aux grues pendant quatre heures, le temps de fixer les premières pannes et les contreventements. Une journée suffit ainsi à l'assemblage d'une arche. Les 18 autres portiques de 30 m de portée qui constitueront la nef orientée nord-sud sont en cours de pose. L'opération sera ainsi répétée 44 fois, sous un vent qui ne devra pas dépasser les 9 m/s (32,4 km/h) sous peine d'arrêter toutes les opérations de montage. Au-delà du douglas utilisé pour les parties extérieures, quelque 500 t d'épicéa en provenance d'Europe seront employées.

Membranes de PVC et d'ETFE. Depuis la mi-octobre, l'ouvrage se pare d'une membrane de 15 000 m² en PVC sur le toit et en ETFE sur les reins. A l'intérieur, un autre complexe assurera l'isolation thermique et acoustique. Les fluides seront dissimulés dans le plenum ou dans des caniveaux au sol, reliés à un jardin technique déporté. Fin novembre, la pose des doubles murs-rideaux nord et sud a commencé.

A l'automne 2024, l'ouvrage, conçu comme une somme d'éléments modulaires, pourra être démonté et réutilisé. Christophe Veau-Cahon, directeur général structures et tribunes pour GL Events, mandataire de la maîtrise d'œuvre, annonce : « Nous avons signé un contrat avec la Ville de Paris, et les premières commercialisations ont déjà débuté. » ● Amélie Luquain



L'édifice s'inscrit dans l'axe de composition du Champs-de-Mars, depuis l'esplanade de la tour Eiffel jusqu'à l'Ecole militaire

➔ **Maîtrise d'ouvrage :** Réunion des musées nationaux-Grand Palais et Paris 2024. **Maîtrise d'œuvre :** GL Events (mandataire), Wilmotte et Associés (architecte), Chabanne Ingénierie (BET structure et fluides), cabinet Lamoureux (BET acoustique). **Entreprise principale :** Mathis (charpentier). **Budget des travaux :** 44 millions d'euros HT.



Certaines gaines seront dissimulées dans le plenum afin de souffler en partie haute avec des buses à longue portée.

Alimentation énergétique Chauffer et rafraîchir sans raccordement aux réseaux

« L'ouvrage étant éphémère, il est très vite apparu qu'il ne pouvait être raccordé aux réseaux urbains CPCU pour le chauffage et Climespace pour l'eau glacée. Cela aurait impliqué d'importants travaux de raccordement », explique Benoît Bautheny, chef de projet chez Chabanne Ingénierie. D'où le choix d'implanter un dispositif énergétique dédié dans un local technique déporté. « C'est dans cet espace préfabriqué qu'on trouvera les pompes à chaleur (PAC) air-eau réversibles d'une puissance de 1052 kW pour la production de chaud et de 1370 kW pour le froid », poursuit l'ingénieur.

Débit global de 210 000 m³/h. Ces PAC alimenteront une douzaine de centrales de traitement d'air d'un débit global de 210 000 m³/h. Elles seront installées dans des locaux techniques aux extrémités des ailes est et ouest et dans la nef principale. Pour faciliter la distribution, les caissons de soufflage et de reprise seront mis en place au droit des façades et dissimulés par une toile tendue. Certains réseaux passeront dans le plenum afin d'homogénéiser l'air grâce à un soufflage en partie haute au moyen de buses à longue portée. Les premiers équipements seront installés en fin d'année.



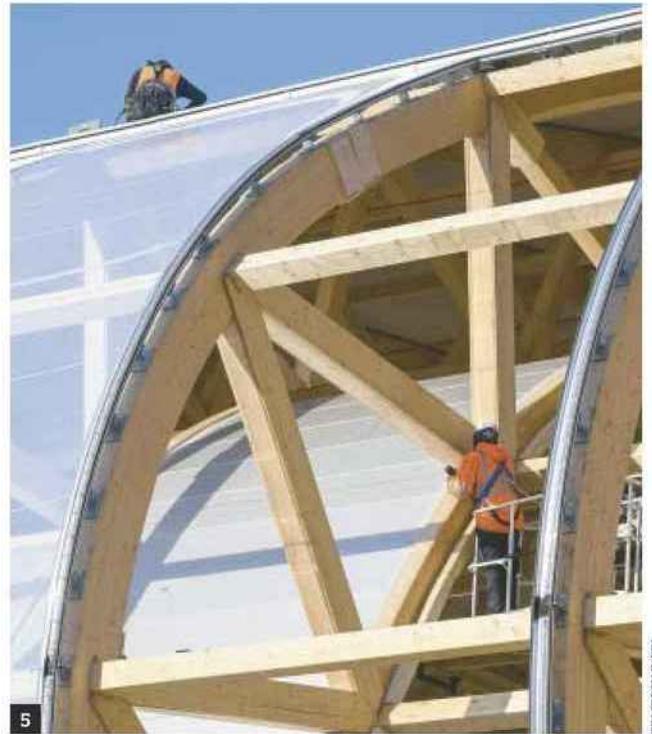
Acoustique

Protéger les riverains du bruit

« La localisation du Grand Palais éphémère impose de limiter les nuisances acoustiques pour le voisinage, un défi particulièrement inhabituel pour un ouvrage provisoire », expose l'acousticien du projet, Jean-Paul Lamoureux. Il s'est en conséquence appuyé sur le décret du 31 août 2006 qui impose de ne pas dépasser de plus de 5 dB(A) le « bruit résiduel caractéristique du site », autrement dit le bruit de fond. L'insonorisation du volume est alors devenue primordiale. Sous la membrane extérieure est donc installé un panneau sandwich isolant en tôle d'acier et en laine minérale de 100 à 150 mm d'épaisseur, selon l'orientation. Puis, sous le plenum, viendront se suspendre deux plaques de plâtre de type BA13, surmontées de 100 mm de laine minérale.

Lutter contre la réverbération. Autre enjeu, la réverbération sonore, d'autant plus problématique que le volume est grand. « Nous devons atteindre une durée de réverbération de 2,5 à 3 secondes », détaille Alexandre Krieger, chef de projet au sein du cabinet Lamoureux. Une toile microperforée superposée à de la laine minérale posée en sous face du complexe isolant en plâtre absorbera le son.

Enfin, une vigilance toute particulière sera apportée aux équipements de chauffage, ventilation, climatisation (CVC). A chaque perforation de l'isolant par les buses de soufflage, deux silencieux seront mis en place. De la même manière, le jardin déporté où seront installés les équipements techniques sera isolé, et les percements seront équipés de silencieux qui mesureront jusqu'à 4 m de long.



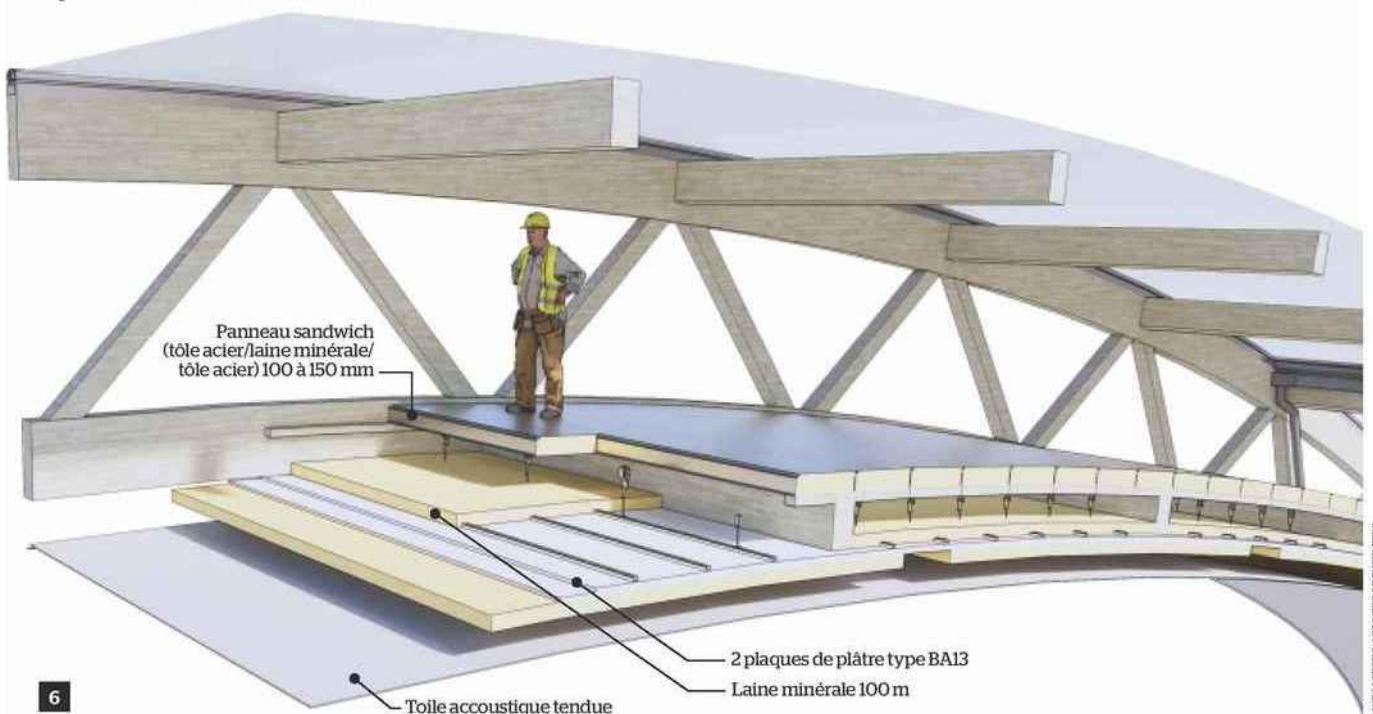
5

GILLES BOLLE/REA

5 - Sous la membrane et le plenum, un complexe acoustique devra isoler les riverains du bruit généré par les événements qui se dérouleront au sein du Grand Palais éphémère.

6 - Ce complexe isolant associe, entre tôles d'acier et toile tendue, du plâtre, de la laine minérale et de l'air.

Système d'isolation sonore



6

WILMOTTE ASSOCIÉS ARCHITECTES