

CHARPENTE

L'acier et le bois mènent le jeu au stade de Nice

Optimiser la géométrie des éléments en bois et en acier de la charpente a été la première difficulté du chantier du stade de Nice. La prise en compte de la sismicité de la région est un deuxième point critique.

Afin d'accueillir les grandes compétitions internationales, la Ville de Nice a lancé un concours en décembre 2009 pour la construction d'un stade de 35 600 places, situé au cœur de la plaine du Var. Le programme, en partenariat public-privé (PPP), comprenait deux projets à réaliser en zone sismique: le stade et un ensemble immobilier d'accompagnement. Remporté par le groupement Wilmotte & Associés/Vinci, le contrat a été signé en février 2011 avec la société Nice Eco Stadium, filiale de Vinci Concessions, de la Caisse des dépôts et consignations et de Seief (South Europe Infrastructure Equity Finance).

Le stade, baptisé Allianz Arena, dont les lignes ondulantes évoquent un nid d'oiseau posé dans le paysage, se décompose en différentes strates: le socle en béton, qui abrite les parkings en sous-sol, le Musée national du sport sous le parvis et les gradins en élévation, une résille de bois qui forme l'intrados de la charpente, et les poutres tridimensionnelles en acier constituant l'extrados. L'ensemble est habillé d'une membrane transparente. Cette charpente mixte bois/métal travaille en compression sur le bois en intrados et en traction sur les aciers en

extrados. Elle est formée par l'assemblage de 60 portiques, terminés par un porte-à-faux de 46 m de longueur qui culmine à plus de 35 m au-dessus du terrain. «La complexité géométrique a représenté la principale difficulté du chantier», souligne Eddy Magne, directeur général d'Arbonis, le secteur bois de Vinci Construction France. Les poutres en bois et les éléments métalliques des portiques, tous différents, ont été réalisés sur mesure en atelier.

Zone sismique

La résille en bois et ses portiques métalliques forment un ensemble géométrique monolithique qui repose sur le socle en béton, lui-même divisé par 14 joints de dilatation pour tenir compte de la sismicité de la région. Les portiques sont fixés en appui bas sur la poutre qui ceinture le stade, à 4,50 m du parvis. Ils reposent en haut des gradins sur des appuis néoprène de 12 cm d'épaisseur. Ces appuis peuvent absorber les dilatations différentielles jusqu'à 8 cm. «Ainsi, en cas de séisme, les oscillations différentes du béton et de la charpente seront absorbées par les joints de dilatation, afin de préserver la structure», indique Eddy Magne. La pose de la charpente a débuté le 9 octobre 2012. Sa fabrication aura nécessité 40 000 heures de travail en atelier, et 80 personnes sur le site pour la mise en œuvre au plus fort de l'activité. Autre élément clé du bâtiment: afin de tenir compte du soulèvement de la charpente sous l'effet du vent, la mise en place d'un système antisoulèvement est en cours de discussion. Le stade sera équipé de 8 000 m² de panneaux photovoltaïques installés sur la toiture, dont la production devrait compenser les consommations électriques. Par ailleurs, climatisation et chauffage seront assurés par la géothermie, ce qui devrait diviser par trois les ressources consommées pour ces postes. Débuté en août 2011, le chantier devrait se terminer le 31 août prochain.

■ Julie Nicolas



Caractérisé par les formes courbes et ondulées de sa charpente, le stade de Nice représente une superficie de 14 hectares. Afin de gommer la frontière entre l'intérieur et l'extérieur et de profiter des vues, il sera habillé d'une membrane transparente en ETFE.

Le stade de Nice en chiffres

- 35 600 places dans les gradins.
- 49 500 m² de couverture.
- 4 000 m³ de bois brut.
- 6 000 pièces de lamellé-collé.
- 2 840 tonnes de charpente métallique.
- 8 000 m² de panneaux photovoltaïques installés sur la toiture.
- 40 000 heures de fabrication en atelier bois.
- 40 000 heures de montage charpente sur site.
- 25 mois de chantier.
- Environ 25 000 heures de levage à réaliser en cinq mois.
- 46 mètres de porte-à-faux sur les tribunes.
- Point culminant: 35 mètres au-dessus du niveau du terrain.

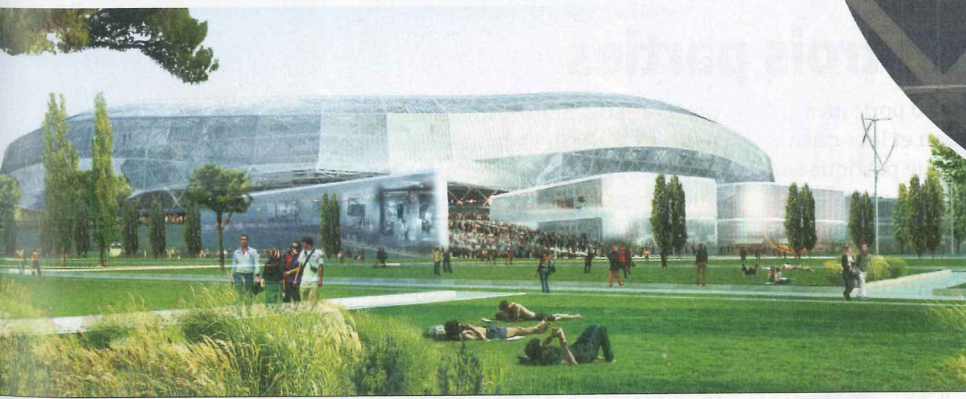
“

CLAUDE ROY/IMAGE DE COM

Constituée de bois et de métal, la charpente forme l'une des difficultés majeures de cet ouvrage hors norme. Le bois a été choisi notamment pour son module d'élasticité adapté aux zones sismiques et sa légèreté. L'Allianz Riviera est le premier stade à développer une charpente bois d'une telle dimension. Pour réussir ce projet, nous avons géré à la fois et en simultané la conception, les études d'exécution, la fabrication, les méthodes et le levage.

VINCENT RIGOUX, directeur du chantier charpente pour Vinci Construction France

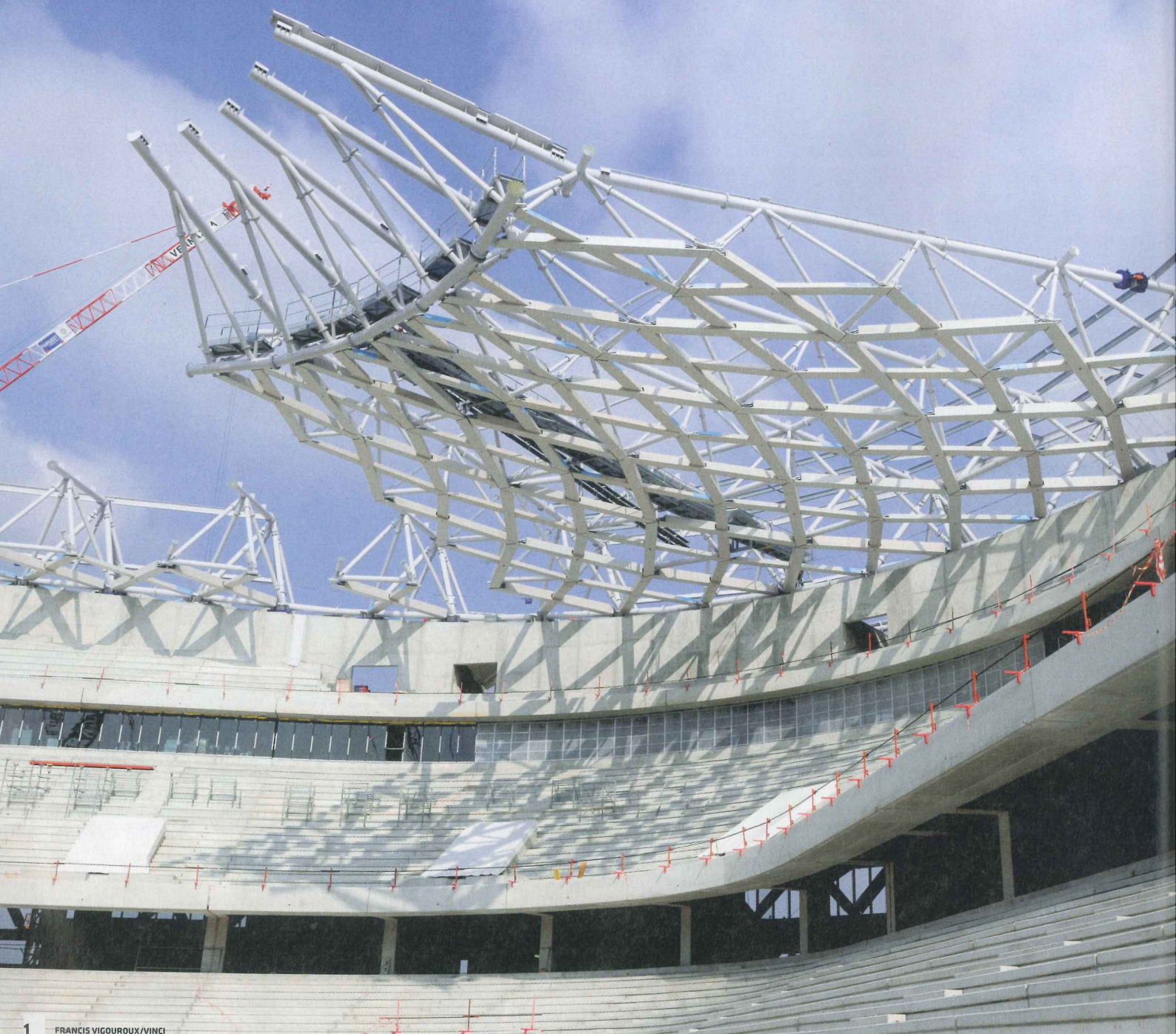
”



FICHE TECHNIQUE Maître d'ouvrage : Nice Eco Stadium. Promoteur : Adim. Autorité concédante : Ville de Nice. Maître d'œuvre : Wilmotte & Associés. Designer industriel : Woytek Sepiol. Bureau d'études : Egis. Bureau d'études charpente : Dominique Calvi. Conception construction : Vinci Construction France, via ses filiales locales et Arbonis. Charpente : Fargeot lamellé-collé (bois) et SMB (métal). Bureau de contrôle : Bureau Veritas. Budget : 165,8 millions d'euros HT, dont 27 millions d'euros pour la charpente.



La toile en éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE) impose des contraintes de tolérance à la charpente. La trame entre les extrados des portiques forme un carré de 10 m de côté, sur lequel sont fixés des cadres qui vont maintenir la membrane ETFE grâce à des câbles en acier inoxydable. Les distances et les orientations des portiques doivent donc tenir compte de ce cadre fixé entre eux. Le matériau, déjà mis en œuvre sur le stade Allianz Arena à Munich et au stade du Havre, se caractérise par sa grande résistance à l'usure et son utilisation dans une large gamme de températures comprise entre - 80 et + 155 °C.



1 FRANCIS VIGOUROUX/VINCI

MONTAGE Des portiques en trois parties

■ Partie la plus impressionnante du chantier, les 60 portiques travaillent en porte-à-faux sur 46 m. Leur conception et leur mise en œuvre ont nécessité des études complexes. Chaque portique est divisé en trois parties, préassemblées au sol sur site. La première opération consiste à créer des croix en bois lamellé-collé à partir de poutres caissons traversées par des poutres monolithiques. Ces croix sont liaisonnées par des liernes métalliques pour réaliser les modules préassemblés. Ceux-ci sont ensuite livrés à pied d'œuvre par camion. La partie 1 (voir schéma page suivante), qui mesure 20 m de développé, se met en œuvre de façon à épouser les gradins en béton par l'extérieur. Fixée en pied sur la poutre caisson métallique qui ceinture l'édifice, grâce à quatre tiges de précontrainte capables de reprendre 60 tonnes chacune, cette partie est maintenue en place grâce à un outil temporaire, en attendant la mise en place de la partie 2. Long de 19 m, ce deuxième élément vient couronner la partie 1. Enfin, la partie 3, longue de 36 m, complète le portique et forme le

porte-à-faux. Elle est mise en œuvre grâce à un outil à vérins qui permet de régler sa hauteur. Le jeu entre les brides non parallèles est ensuite réglé grâce à des cales biaises. La structure est conçue pour que les extrados métalliques travaillent en traction et les intrados bois en compression. «Les efforts sont transmis d'une nappe à l'autre via des bracons métalliques qui forment des pyramides», précise Eddy Magne, directeur général d'Arbonis.

Dans les zones nord et sud du stade, deux préaux sont réalisés grâce à des «jupes»: l'extrados métallique s'écarte de la structure au lieu de s'en approcher, comme une jupe qui se soulève. Ces points singuliers de la géométrie ont été réalisés grâce à un étaie provisoire et à un outil spécifique, en attendant la mise en place d'une poutre de 70 m de longueur environ, qui relie les extrados des portiques dans ces zones et s'appuie à ses extrémités sur la poutre périphérique qui ceinture le stade. Celle-ci ne soutient que la résille bois dans ces zones.



La partie 1 des portiques est fixée par l'extérieur sur la poutre qui ceinture le bâtiment. Cette poutre caisson est précontrainte afin de reprendre les efforts en traction pour chaque portique. Elle est fractionnée de joints de dilatation pour résister en cas de séisme.



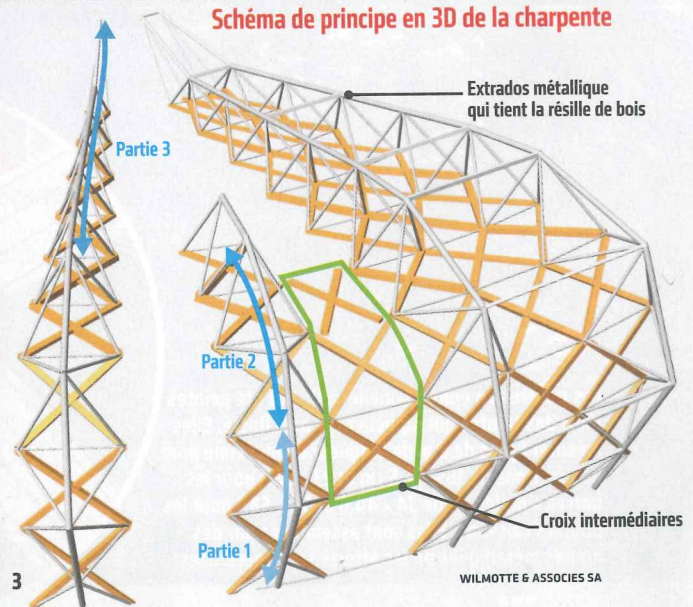
leur point d'appui sur la poutre béton marque le haut des gradins jusqu'à... les porte-à-faux des portiques mesurent 46 m. Le dernier élément de la portique (partie 3) mesure 36 m de hauteur, 5 m de largeur et pèse 23 tonnes. Les liaisons entre les parties 2 et 3 sont réalisées avec un outil provisoire, le temps de leur hauteur. La partie 2 des portiques vient couronner la partie 1 et attend la fixation de la partie 3. Les éléments de 20 tonnes sont posés sur des supports néoprène de 12 cm d'épaisseur, afin d'absorber les dilatations différentielles entre le socle en béton et la pente.

FARGEOT LC/ARBONIS



FRANCIS VIGOUROUX/VINCI

Schéma de principe en 3D de la charpente



WILMOTTE & ASSOCIÉS SA