



BÉTON

# Mikado structurel pour un bâtiment sportif

La future Maison des arts martiaux et de l'escrime d'Aix-en-Provence est un véritable ouvrage de génie civil dont les éléments de façade s'assemblent comme un puzzle. Un bâtiment rendu complexe par les contraintes sismiques mais aussi vibratoires liées à la pratique sportive.

Surmonter deux contraintes spatiales fortes était le premier défi de Christophe Gulizzi, l'architecte de la future Maison des arts martiaux et de l'escrime d'Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône). Ce bâtiment R + 1, de forme sensiblement carrée, se situe en effet sur un terrain de 2400 m<sup>2</sup>, coïncé entre la plate-forme logistique de la Poste et le gymnase de l'Arc-de-Meyran, dans le quartier du Val de l'Arc. Autre exigence géométrique, selon Christophe Gulizzi, «les gabarits de salles obligatoires qui, de fait, nous ont imposé le dispositif spatial». L'édifice se décompose en deux volumes séparés par un patio interne non clos et reliés par deux passerelles vitrées. Le bloc sud réunit l'ensemble des parties communes (salle

de réunion, bureau, salle de musculation, vestiaires). Quant au bloc nord, il abrite les salles d'armes: le dojo, réservé aux arts martiaux (500 m<sup>2</sup>), au rez-de-chaussée, et l'espace dévolu à l'escrime, au premier étage, avec ses 650 m<sup>2</sup> et 14 pistes homologuées pour la compétition. L'accès aux espaces dédiés aux pratiquants s'effectuera donc progressivement, «comme une sorte de processus initiatique, en passant lentement de la lumière extérieure à l'intériorité du bâtiment, en franchissant le jardin intérieur», commente l'architecte. Ce projet de verre et de béton est dans l'esprit des arts martiaux, la maîtrise du geste parfait étant en l'occurrence, côté concepteurs, technique: «Aucune des pièces

constitutives du bâtiment – piles, planchers, poutres – prises une par une n'est stable, souligne Julien Brault, le chef de chantier de Travaux du Midi. L'équilibre définitif n'est réalisé qu'une fois l'édifice refermé.»

### Aucun joint de dilatation

Chaque pièce du puzzle exigeait, par ailleurs, une extrême précision d'exécution afin de garantir le raccordement parfait, notamment pour les façades de grande hauteur et le système de brise-soleil de béton qui enveloppe l'édifice. Ce système joue un grand rôle au plan de la performance énergétique car il coupe le vent froid en hiver et assure un tampon thermique en été. Validé par des simulations thermiques

dynamiques, «c'est un véritable filtre vers l'intériorité qui pourrait aussi symboliser le masque du samouraï ou de l'escrimeur», selon Christophe Gulizzi. Le bâtiment, situé dans l'une des zones de sismicité (classe 4) les plus pénalisantes de l'Hexagone, présente la particularité de ne comporter aucun joint de dilatation. «En recoupant la structure avec un tel élément, on aurait grosso modo divisé par quatre l'efficacité des contreventements», explique Romain Ricciotti, l'un des responsables du bureau d'études structure. Un choix technique mais aussi architectural puisque cette suppression permet d'organiser les espaces en dégagant de grands volumes libres (36 x 25 m dans le bloc nord), exempts

de tout point porteur. Revers de la médaille: le bâtiment est très contraint en raison d'une part des efforts de retrait du béton qui se trouvent contrariés et, d'autre part, de contraintes thermiques importantes. Conséquence: des voiles fortement ferraillés. L'entreprise a proposé cette solution en variante de l'option initiale qui prévoyait une précontrainte par post-tension.

■ Philippe Donnaes

**FICHE TECHNIQUE Maître d'ouvrage:** Ville d'Aix-en-Provence. **Maître d'œuvre:** Christophe Gulizzi. **Bureau d'études structure:** Lamoureux & Ricciotti. **Bureau d'études fluides:** PLB Energie Conseil. **Bureau de contrôle:** Socotec. **Coordonnateur SPS:** Yseis. **Entreprise:** Les Travaux du Midi (Groupe Vinci).

## PRÉFABRICATION Brise-soleil: un casse-tête de 76 pièces en béton

Le brise-soleil qui enveloppe le bâtiment est une structure géométriquement complexe, constituée d'éléments en béton préfabriqués pesant jusqu'à 4 t pour les plus lourds et dont la mise en œuvre impliquait une extrême précision de pose. Sur la façade sud, la présence d'une ligne de fuite fait qu'aucune des 76 pièces constitutives en forme de C (12 à 13 m de développé), d'épaisseur variable, n'est identique. Pour que les différentes phases de travaux n'interfèrent pas entre elles et éviter les problèmes de reprise de bétonnage, l'entreprise a proposé une variante de base qui prévoyait de claveter le brise-soleil dans l'acrotère. Ainsi, un système de platines en acier galvanisé, noyé dans l'élément béton lors de la préfabrication, permet de chapeauter l'acrotère – préalablement coulé avec une arase finie parfaite –, assurant ainsi la stabilité et le maintien provisoire. La fixation définitive s'effectue une fois le puzzle assemblé et la présence de trous oblongs dans la platine permet d'ajuster le perçage. Sur la façade nord, les pièces préfabriquées sont au nombre de 65 (d'une épaisseur de 20 à 35 cm) tandis que le patio central est refermé par 11 éléments latéraux sur les côtés est et ouest.

1. Les brise-soleil qui enveloppent le bâtiment coupent le vent en hiver et jouent le rôle de tampon thermique en été.
2. Les 76 pièces en béton préfabriquées de la façade sud sont toutes différentes pour respecter la ligne de fuite donnée au brise-soleil.
3. Des platines en acier galvanisé, noyées dans les pièces béton préfabriquées, permettent d'accrocher celles-ci sur l'acrotère.



PHOTOS PHILIPPE DONNAES

► **Béton** Mikado structurel pour un bâtiment sportif



PHOTOS PHILIPPE DONNAÏES

**CONCEPTION** Un plancher calculé comme une passerelle

Le plancher haut du dojo est constitué de 16 poutres TT (section en I) de 14,10 m de portée (largeur 2,27 m). « Ces éléments de plus de 12 t, précontraints par fils adhérents, ont conditionné l'implantation et le dimensionnement de la grue », souligne Guillaume Bailly, le conducteur de travaux du chantier. Ces poutres en béton de classe C45/55 sont calculées pour reprendre des charges d'exploitation de 350 kg/m<sup>2</sup>. Elles reposent, côté intérieur, sur une poutre console de 36 m de longueur (C25/30), appuyée sur poteaux et voiles béton et, en façade, sur une bande noyée géante (plancher armé de 36 m de longueur) elle-même fondée sur sept poteaux, en forme de triangle (épaisseur 50 cm), coulés en place et inclinés à 54°. « La dalle de compression, une fois coulée, fait tirant et assure l'équilibre

de l'ensemble », ajoute Julien Brault, chef de chantier. Essentiel, le paramètre poids a conduit au choix de cette solution TT car, outre l'aspect mécanique, les phénomènes vibratoires constituaient un facteur particulier du projet. « Le plancher devait supporter les assauts des escrimeurs. Pour effectuer nos calculs, nous nous sommes référés au comportement vibratoire des passerelles et les avons adaptés aux conditions particulières qui découlent de cette pratique sportive », explique l'ingénieur structure Romain Ricciotti. Autrement dit, avec des sauts et des piétinements rapides qui représentent un à cinq pas par seconde. « Or, avec des poutres industrielles classiques, beaucoup plus lourdes, nous aurions été exactement dans des configurations présentant un risque de mise en résonance. »

**MISE EN ŒUVRE**

**Coffrage à peau Inox pour voiles de grande hauteur**

La réalisation des voiles, qui intègrent des ouvertures de grande portée, était l'une des facettes architectoniques délicates du projet, notamment sur les façades est et ouest, avec des structures atteignant 8,40 m de hauteur. Le coulage des 36 m de longueur s'est déroulé, pour chacune d'elles, en trois phases au moyen d'un béton autoplaçant (S5) de Cemex de résistance C30/37. Des banches Outinord à peau Inox ont été employées. « Leur avantage principal est d'éviter toute trace de rouille sur le parement fini », souligne Guillaume Bailly, conducteur de travaux. Cependant, le manque de recul technique sur ce type d'outillage a généré quelques problèmes pratiques. L'entreprise a dû réaliser plusieurs plots d'essais, notamment au niveau de l'huile de décoffrage, le choix final se portant sur un agent de démoulage végétal (Sika Décoffre Emulsion végétale).

PHILIPPE DONNAÏES

**SOYEZ PLUS PERFORMANT!**



- > Les opportunités d'affaires (projets de marchés, appels d'offres)
- > La sécurité juridique (mise à jour de la réglementation en vigueur)
- > La base indices-index (actualisation et révision des prix)
- > L'actualité BTP nationale et régionale

**1 AN 390€ ABONNEZ-VOUS!**

**BULLETIN D'ABONNEMENT**

À RETOURNER ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÉGLEMENT À : GROUPE MONITEUR  
SERVICE DIFFUSION - CASE N°32 - 17 RUE D'UZÈS - 75108 PARIS CEDEX 02 - FAX : 01 40 13 51 21  
E-MAIL : ABONNEMENT@GROUPEMONITEUR.FR

**OUI, je m'abonne au Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment 1 an - 390 € TTC.** PM02E

- Je recevrai l'hebdomadaire**
- + les hors-séries en version papier et digital (PC, Mac, tablettes iPad et Android)
  - + la e-newsletter quotidienne
  - + j'aurai accès aux services web abonnés sur [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr)

**MODE DE RÈGLEMENT**

- Mandat administratif à réception de facture
- Chèque à l'ordre du **Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment**
- Carte Bancaire N° :

Expire fin : \_\_\_\_\_ Cryptogramme : \_\_\_\_\_ (3 derniers chiffres au dos de votre carte sur la bande de signature)

Je souhaite recevoir une facture acquittée SIGNATURE OBLIGATOIRE

M.  Mme.  Mlle.

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_ Service \_\_\_\_\_

Fonction \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

CP \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

EMAIL : \_\_\_\_\_

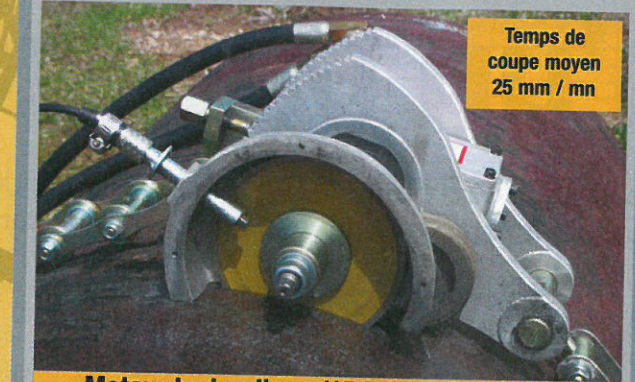
**A remplir impérativement afin de bénéficier des services numériques**

\* TVA 210 %. Conformément à la loi du 6.01.1978, vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à leur transmission éventuelle en écrivant au Service Abonnements. Valable uniquement en France métropolitaine jusqu'au 31/08/15. Tarifs Étranger, nous consulter.

GROUPE MONITEUR SAS • SAS AU CAPITAL DE 333 900€ • RCS PARIS B 403 080 823

**robur INDUSTRIE**  
*... les outils qui gagnent du temps \**

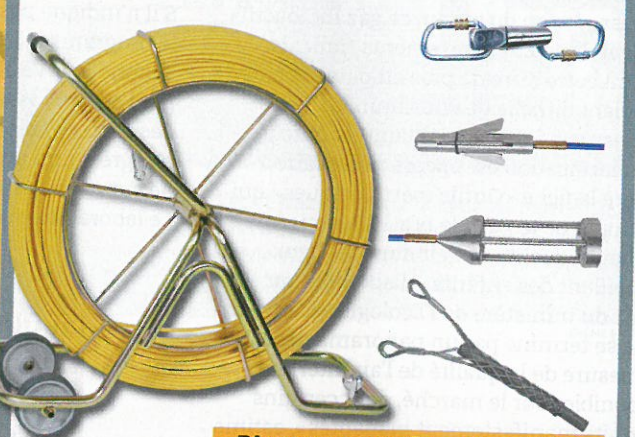
**> PIPEMASTER**  
**COUPE-TUBES AUTOMATIQUE**  
Pour fontes, acier et grès Ø 50 à 1 200 mm



Temps de coupe moyen 25 mm / mn

**Moteur hydraulique (15 L / mn à 130 bars), Livré complet avec coffre de rangement.**

**> AIGUILLES FIBRE DE VERRE**  
Ø 9 mm et Ø 11 mm



**Divers accessoires disponibles**

**AGI-ROBUR**  
75, rue Saint-Denis - BP 232  
93533 AUBERVILLIERS Cedex  
FAX : 01 43 52 75 54  
e-mail : [info@agi-robur.com](mailto:info@agi-robur.com)

**Vous souhaitez recevoir notre catalogue, rendez-vous sur notre site internet**

[www.agi-robur.com](http://www.agi-robur.com)

creation agence eecomm