

ROMAIN RICCIOTTI : « À L'ÉPHÉMÈRE, JE PRÉFÈRE LES STRUCTURES PÉRENNES »

FONDÉ EN 2005 PAR LES INGÉNIEURS GUILLAUME LAMOUREUX ET ROMAIN RICCIOTTI, LE BUREAU D'ÉTUDES STRUCTURE LAMOUREUX & RICCIOTTI COMPTE DÉSORMAIS 15 COLLABORATEURS, DEUX ADRESSES – PARIS ET BANDOL – ET UNE SPÉCIALISATION : LES OUVRAGES EN BÉTONS FIBRÉS À ULTRA-HAUTES PERFORMANCES (BFUP). QUI, SELON ROMAIN RICCIOTTI, « REDÉFINISSENT LE PARADIGME DE L'ACTE DE CONSTRUIRE ». ENTRETIEN.

L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI Lors de notre dernière rencontre, fin 2011, vous supervisiez la pose des éléments de toiture du stade Jean-Bouin, à Paris, des triangles autoporteurs en BFUP, une première, car, jusqu'alors, ces bétons ultra-performants n'avaient jamais été utilisés en couverture. Où en êtes-vous de cette recherche ?

ROMAIN RICCIOTTI Oui, nous avons construit un toit en béton. Ce sont des mots très simples, mais qui cachent une réelle innovation. Le béton ordinaire est un matériau poreux, au travers duquel les agressions chimiques pénètrent par capillarité d'année en année. Les travaux de recherche des meilleurs physiciens français et d'autres disciplines transversales ont permis de réduire progressivement cette pathologie pour aboutir aujourd'hui, avec les bétons à ultra-hautes performances, à une porosité connectée nulle : il n'y a statiquement plus de chemin possible reconnectant les pores entre eux. Autrement dit, on sait fabriquer des bétons totalement étanches aux agressions chimiques (pluie, pollution, sels, etc.). On rapproche ainsi la structure et l'enveloppe, le squelette et la peau, tout en augmentant la durabilité des ouvrages... Un véritable changement de paradigme pour l'art de construire. Parallèlement, nous avons réfléchi à autre chose : essayer de diminuer le nombre de couches constructives pour diminuer le nombre de points faibles dans les ouvrages. Sur le stade Jean-Bouin par exemple, nous avons conçu une couverture avec un composant élémentaire et monolithique, des coques en BFUP avec inclusions de verre. En limitant ainsi l'empilement des épaisseurs constructives et la multiplication des assemblages, on augmente la durabilité. *Idem*, les passerelles du Mucem¹ sont structurées par des voussoirs contenant tous les composants structurels, mais aussi tous les équipements de

Entretien réalisé par
Emmanuelle Borne

l'ouvrage. Dans ce cas, on limite aussi la multiplication des épaisseurs constructives. En fait, la durabilité de l'ouvrage est intrinsèquement liée à son incroyable élanement. La poésie aussi est très présente dans ces ouvrages. Le pont de la République à Montpellier [toujours avec Rudy Ricciotti, 2013, NDLR], premier pont routier en BFUP, parle directement de son environnement : le franchissement du Lez est extrêmement dangereux, avec des crues particulièrement dévastatrices s'élevant jusqu'à 10 mètres en moins de quatre heures. Nous avons donc travaillé sur un profilage « hydrodynamique » et très élané des piles pour augmenter la transparence hydraulique de ce pont. En même temps, nous n'avions que trois mois et demi pour le bâtir, pendant la période d'étiage du fleuve. La statique d'arc à béquilles est une réponse à cette urgence. *In fine*, avec une matière qui travaille à plus de 150 MPa en compression... le pont finit par ressembler à une aigrette de Camargue.

RR Parce qu'ils permettent de créer une seule épaisseur structurelle, étanche et architectonique, les BFUP présentent a priori des avantages économiques. Mais, a contrario, ne participent-ils pas à sacrifier, en réduisant les couches constructives, certains métiers ?

RR Je ne pense pas. Par exemple, les passerelles sur lesquelles nous avons travaillé consomment très peu de matière, entre 50 et 100 m³ de béton au total. Au prix du mètre cube de béton, on comprend vite que le coût de l'ouvrage n'est pas lié au coût de matière. Au contraire, l'investissement est essentiellement porté par le coût d'une main-d'œuvre de haut niveau : maçon, mouliste, technicien d'atelier, laborantin, métrologue, grutier, spécialiste de la précontrainte, ingénieurs, etc. En fait, cette matière est tellement performante qu'on en consomme extrêmement peu. Elle consomme par contre beaucoup de matière grise. Les cimentiers l'ont peut-être compris et j'ai l'impression qu'ils vont chercher à développer des formules moins performantes, paradoxalement. Cet investissement sur très peu de matière, mais d'extrême qualité, et sur beaucoup de matière grise représente, dans nos expériences, un investissement durable et rentable. Pour le pont de la République, nous disposons d'une enveloppe de

travaux de 5 millions d'euros et nous avons livré l'ouvrage pour 4,3 millions d'euros. Achevée il y a cinq ans, la couverture du stade Jean-Bouin n'a présenté jusqu'à présent aucun problème d'étanchéité. C'est une belle histoire que de parvenir à travailler avec un matériau de très grande durée de vie, diminuant le coût de maintenance et d'entretien à long terme, mais sans compromettre l'investissement initial de la communauté.

RR Quelle est la prochaine étape dans cette épopée du béton pour votre bureau d'études Lamoureux & Ricciotti ?

RR Les ouvrages en BFUP forment 15 à 20 % de notre activité. Nous n'avons pas de religion : charpentes métalliques, structures en bois, verre structurel, ... tous les sujets nous intéressent. Sauf peut-être les constructions dites « éphémères ». Comme disait Gustave Eiffel : « Parce que nous sommes des ingénieurs, croit-on donc que [la] beauté ne nous préoccupe pas dans nos constructions et qu'en même temps que nous faisons solide et durable, nous ne nous efforçons pas de faire élégant ? »

Donc, nous voulons humblement continuer à travailler sur ces ouvrages de génie civil et de bâtiment, les mentalités n'étant bizarrement pas encore tout à fait mûres... Heureusement, les grandes entreprises n'hésitent pas à nous suivre. Les architectes ont aussi ce goût pour l'innovation. Bien sûr, Rudy Ricciotti nous accompagne toujours sur ce renouvellement des écritures, avec des projets magnifiques en cours (gare de Nantes, couverture de voies à Monaco, manufacture Chanel à Aubervilliers, centre culturel à Vaulx-en-Velin...). Nous travaillons également sur la tour de Jean Nouvel à Marseille [35 étages et 135 mètres de haut, NDLR], dont le clos couvert est entièrement composé de panneaux en BFUP : encore une première. Avec Marc Mimram, nous venons de finir un ouvrage exceptionnel, la couverture de la gare TGV de Montpellier : 6 000 m² de coques précontraintes en BFUP blanc et 20 mètres de longueur. Lorsque la première coque est sortie de l'atelier Méditerranée Préfabrication, quelle émotion !

Dans l'avenir proche, nous allons travailler avec des opérateurs très différents : l'off-shore, les énergies, les militaires... c'est dans les atmosphères les plus agressives que ces matériaux prouveront toute leur efficacité. Nous allons également développer les thématiques de corridors biologiques (en cours à Monaco), le BFUP étant idéal pour ces ouvrages de reconnections des parcelles fragmentées. « *L'homme construit trop de murs et pas assez de ponts* », disait Isaac Newton.

RR Concernant le rôle de l'ingénieur, Peter Rice le définissait comme celui qui apprivoise et contrôle l'industrie pour révéler la « qualité tactile » des matériaux : que vous inspire cette définition ?

RR Je ne rejette pas du tout le monde de l'industrie, au contraire. Nous travaillons avec les ateliers de fabrication, les

Guillaume Lamoureux et Romain Ricciotti, fondateurs de Lamoureux & Ricciotti ingénierie des structures.

Guillaume Lamoureux and Romain Ricciotti, founders of Lamoureux & Ricciotti structural engineering.



chaudronniers, les moulistes de résine, les mécaniciens, les décolleteurs... et ils sont tous en France et tous excellents : il faut réhabiliter leur travail. Ces spécialistes de mécaniques de précision habitués aux process de grande série sont des génies ; il faut savoir aller les chercher, car ils opèrent dans les secteurs des transports, de l'aéronautique ou de l'énergie. Par exemple, c'est avec le génie industriel de la vallée de l'Arve et des ateliers de fabrication IDbat que nous avons travaillé pour le Pavillon 52 livré par Rudy Ricciotti à Lyon Confluence en 2016. Ce bâtiment de bureaux de R+8 est composé de planchers précontraints coulés en place, en forme d'ailes de papillon qui se décrochent d'un niveau à l'autre. Nous avons enveloppé ces formes par des brise-soleil en BFUP noir qui épousent chaque courbure des décalages. Résultat : les pièces paraissent uniques alors qu'elles sont issues d'une production en série. Pour un coût de construction ultra-compétitif, nous avons obtenu un bijou !

RR Si les BFUP présentent autant d'avantages, qu'est-ce qui freine alors leur démocratisation ?

RR La rapidité d'évolution des performances mécaniques se heurte à la lenteur des mentalités, à l'inertie des décideurs. Nous venons de perdre des gros concours avec des jurys qui ignorent absolument tout de ces techniques pourtant entièrement normalisées et maîtrisées en France. La France a les meilleurs ingénieurs, les meilleures entreprises. L'excellence de la recherche fondamentale française aboutit à des matériaux simplement révolutionnaires, y compris du point de vue environnemental... mais les décideurs se montrent pour l'instant incapables de les apprécier. C'est Darwin, mais à l'envers.

1. 115 mètres de long entre le Mucem et le Fort Saint-Jean et 70 mètres entre le Fort Saint-Jean et le quartier du Panier, deux ouvrages conçus avec l'architecte du Mucem et du stade Jean-Bouin, Rudy Ricciotti.



▲ Coques précontraintes en BFUP blanc formant la couverture de la gare TGV de Montpellier (architecte: Marc Mimram).

White prestressed UHPC shells forming the roof above the TGV railway station in Montpellier (architect: Marc Mimram).

◀ Le Pavillon 52, un immeuble de bureaux réalisé par Rudy Ricciotti à Lyon Confluence en 2016, intègre des brise-soleil en BFUP noir qui suivent les courbes des étages.

The Pavillon 52, an office building designed by Rudy Ricciotti in Lyon Confluence in 2016, integrates black brises soleils in UHPC that follow the storey curves.

ENGLISH

ROMAIN RICCIOTTI: "I PREFER LONG-LASTING STRUCTURES TO SHORT-LIVED ONES"

FOUNDED IN 2005 BY ENGINEERS GUILLAUME LAMOUREUX AND ROMAIN RICCIOTTI, THE LAMOUREUX & RICCIOTTI STRUCTURAL DESIGN OFFICE HAS NOW 15 EMPLOYEES, TWO ADDRESSES - PARIS AND BANDOL - AND AN EXPERTISE: ULTRA-HIGH PERFORMANCE FIBRE-REINFORCED CONCRETE (UHPC). WHICH, ACCORDING TO ROMAIN RICCIOTTI, "REDEFINES THE PARADIGM OF THE CONSTRUCTION PROCESS." INTERVIEW.

L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI When we last met, at the end of 2011, you were supervising the positioning of the roof elements for the Jean Bouin stadium in Paris. These were freestanding UHPC triangles, which was a first as, up until then, ultra-high performance concrete had never been used as roofing. How far have you got with this research?

ROMAIN RICCIOTTI Yes, we built a roof with concrete. The words sound really simple, but they conceal a real innovation. Ordinary concrete is a porous material and harmful chemicals penetrate it by capillarity year after year. Research by the best French physicists and in other cross-disciplinary fields have gradually reduced this porosity to eliminate it almost entirely with ultra-high performance concrete: statically there is no possible path to connect the pores. In other words, we know how to make completely chemically resistant concrete (to rain, pollution, salt, etc). We are bringing the structure and envelope, and the skeleton and skin closer, while improving the life span of constructions. This is a real change of paradigm in the art of building. At the same time, we thought of something else: trying to lessen the number of constructive layers to reduce the number of weak points in constructions. For example, for the Jean-Bouin stadium, we designed a roof structure with an elementary monolithic component: UHPC shells with glass inserts. By reducing constructive layering and the number

of assemblies, we increase its life span. In the same way, the Mucem footbridges are structured with voussoir arches containing all the structural components, but also all the construction's equipment. In this case, we also reduce the number of constructive layers. In fact, the work's life span is intrinsically linked to its astonishing slenderness.

Poetry is also very visible in these constructions. The Pont de la République in Montpellier (designed by architect Rudy Ricciotti, 2013), which was the first road bridge made of UHPC, is in direct dialogue with its environment: the crossing of the River Lez is extremely difficult, with devastating rising water levels of up to 10 metres in less than 4 hours. So we worked on "hydrodynamic" profiling and very slender piers to increase the hydraulic transparency of this bridge. At the same time, we only had 3 and a half months to build it, while the river was at its lowest level. The static strut frame bridge was in answer to this need to act fast. Ultimately, with a material with a compressive strength of over 150 MPa... the bridge ended up resembling an egret from Camargue.

AA Because it allows the design of a single structural, watertight and architectonic layer, UHPC has potential economic benefits. However, does it not, through the reduction of constructive layers, contribute to the loss of some trades?

RR I don't think so. For example, the bridges we have worked on consume very little in the way of materials, with between 50 and 100 m³ (175 and 350 ft³) of concrete in all. With the price per m³ for concrete, you quickly grasp that the cost of the construction has nothing to do with the cost of the material. On the contrary, the investment mainly covers the cost of a very high level of labour: mason, mould maker, workshop technician, laboratory technician, metrological engineer, crane operator, expert in prestressed concrete, engineers, etc. In fact, this material is so high-performance

La couverture du stade Jean-Bouin (38 000 m²), à Paris, est composée de triangles autoporteurs en BFUP avec inclusions de verres.

The 38,000-sq.metre roof of the Jean-Bouin stadium in Paris is made of freestanding UHPC triangles with glass inserts.



Le pont de la République à Montpellier, réalisé avec Rudy Ricciotti en 2013, est le premier pont routier en BFUP.

The Pont de la République in Montpellier, designed by Rudy Ricciotti in 2013, is the first road bridge made of UHPC.



that you use very little. However, it requires a good deal of thought. The cement manufacturers seemed to have worked this out and it seems to me they are now trying to develop lower-performance formulas...

In our experience, this investment on very little material, but of very high quality, and on lots of brainpower, is a long-term and profitable investment. We had a works budget of 5 million euros for the Pont de la République and the final construction only cost 4.3 million euros. Completed 5 years ago, the Jean Bouin stadium roof structure has shown no signs of leakages. It is a wonderful thing to be able to work with a material that has a very long lifespan, reducing the maintenance cost in the long term, but without compromising on the community's initial investment.

RR What is the next step in this concrete epic for Lamoureux & Ricciotti Structural Design Office?

RR UHPC constructions represent 15 to 20% of our business. We are not fussy: metal roof structures, timber structures, structural glass, etc.: we take an interest in all subjects, except perhaps what we call short-lived constructions. As Gustave Eiffel said: "Can one think that because we are engineers, beauty does not preoccupy us or that we do not try to build beautiful, as well as solid and long lasting structures?" So we want to continue to work on these works of engineering and construction, as, strangely, people are not yet ready mentally... Fortunately, large companies are quick to follow us. Architects also have a taste for innovation. Of course, Rudy Ricciotti is always there to help us with this kind of representational innovation, with magnificent projects underway (Nantes railway station, road covering in Monaco, Chanel factory in Aubervilliers, cultural centre in

Vaulx-en-Velin, etc). We are also working on Jean Nouvel's tower in Marseille (Ed. 35 floors and a height of 135 metres), whose enclosed covered space is entirely made of UHPC panels: once again a first. With Marc Mimram, we have just finished a unique construction, the roof structure of the TGV railway station in Montpellier: 6,000 sq.metres of 20-metre long white prestressed UHPC shells. It was an emotional moment, when the first shell left the Méditerranée Préfabrication workshops!

Soon, we will work with very different operators: offshore, energy, military, etc. It is in the toughest atmospheric conditions that these materials prove their incredible efficiency. We are also going to develop biological corridor themes (underway in Monaco), as UHPC is ideal for constructions reconnecting fragmented plots. "We build too many walls and not enough bridges", said Isaac Newton.

RR Peter Rice defined the "noble" role the engineer plays as "controlling and taming industry" to reveal the "tactile quality" of materials. What does this inspire you?

RR I do not reject the industrial world; on the contrary. We work with manufacturing workshops, boilermakers, resin mould makers, mechanics, lathe operators, etc. They are all located in France and all excellent. Their work needs to be rehabilitated. Such precision mechanics experts, who are used to production processes, are geniuses. You have to know where to look for them, because they work in sectors like transport, aviation and energy. For example, we worked with the Arve Valley's industrial engineering department and the IDbat manufacturing workshops for the Pavillon 52 completed by Rudy Ricciotti in Lyon-Confluence in 2016. This 9-floor office building is composed of prestressed concrete floors cast on site, in the shape of butterfly wings that are staggered from one level to another. We clad these shapes with black brises soleils in UHPC, which fit snugly into each of the curves of the offsets. The result was that the parts seem unique, even though they were mass-produced. The upshot is that for a highly competitive cost of construction, we have a gem!

RR If UHPC has so many strengths, what is preventing it from being brought into more widespread use?

RR The speed at which mechanical performances develop is confronted with the slow development of mentalities and the inertia of decision-makers. We have just lost some large competitions with juries that knew absolutely nothing about all these techniques even though they are completely standardised and fully controlled in France. France has the best engineers and the best contractors. The excellence of fundamental research in France results in revolutionary materials, including from the environmental point of view. But decision-makers are unable to appreciate them at the moment. It's Darwin, but backwards.