

FRENCH EXPERIENCE OF UHPFRC DEVELOPMENT FROM 2013: STANDARDS, BREAKTHROUGH, UHPFRC SOLUTIONS, FASHION...

François Toutlemonde (1), Jacques Resplendino (2), Sébastien Bernardi (3) and Ziad Hajar (4)

- (1) UPE-Ifsttar, Marne-la-Vallée, France
- (2) AFGC, Paris, France
- (3) Ductal® - LafargeHolcim, Paris, France
- (4) Eiffage Infrastructures, Vélizy, France

Summary

The year 2013, as a starting point associated to UHPFRC 2013 international symposium in Marseille for detailing further evolutions until now, has constituted a significant milestone for UHPFRC in France. Eighteen years after the presentation of Reactive Powder Concrete at ACI Convention, two major projects associated to urban renovation, the MuCEM in Marseille and the Jean Bouin Stadium in Paris, had been completed, leading to widened awareness of technical and architectural capabilities of these “new concretes” both among professional (architects and engineers) and for the public, including clients of constructions.

Technical acceptance of the design, industrial processes and details associated to these projects, as well as previous satisfactory French 15 years-experience of building components and bridges made of UHPFRC, has made it possible to launch a standardization process that has led to the publication of three complementary standards, related to UHPFRC structural design, material production and control, and execution of structures (the first two documents having being published in French and English in 2016, the latter one being expected for 2017, as well as updating of the standard for precast concrete). Although based on the technical consensus expressed in AFGC recommendations revised in 2013, the standards elaboration has promoted clarification and simplification of the ordering / qualification processes for easier UHPFRC contract implementation.

Since 2013, outstanding projects made of UHPFRC have been rare, however international recognition especially within ACI Excellence in Concrete Construction Awards program has been gained not only for the MuCEM and Jean Bouin Stadium in 2015, but also for the “Ring of Memory” at International Memorial of Notre-Dame de Lorette in 2016. Noticeably enough, UHPFRC has made possible competitive solutions for the Buthaumont Bridge and the footbridge at Le Cannet des Maures. In Switzerland with the iconic example of Chillon viaducts, and progressively also in France, bridge deck repair or protection using UHPFRC has

deserved increasing interest. However, the driving field of UHPFRC application in France has concerned cladding and roofing panels for buildings (e.g. “Vente Privée” Headquarters, “La Mantilla” buildings...) and large infrastructure projects (e.g. Montpellier high speed railway station), making ultra-thin, highly transparent and architecturally appealing elements possible in a cost-efficient way due to the lightness of these secondary elements.

Consolidation of engineering and industrial know-how is a key condition for further development of such applications. This has been the case among several architects, designers, checkers, engineering offices, and precasting plants, although quite few. Education associated to the standards dissemination should strengthen these capabilities. Further research and development efforts have addressed advanced UHPFRC modelling, seismic design with UHPFRC, and non-conventional process optimization (sprayed UHPFRC, 3D printing etc.) which could widen the scope of cost-efficient implementation.

The presentation will detail these recent advances and present trends.
This lecture is dedicated to Gilles Chanvillard† and Michel Delort.

**L'EXPERIENCE FRANÇAISE DU DEVELOPPEMENT DES BFUP DEPUIS 2013 :
NORMES, AVANCEES, SOLUTIONS BFUP, EFFETS DE MODE...**

Résumé

L'année 2013, prise comme point de départ puisqu'associée au symposium international UHPFRC 2013 de Marseille pour décrire les évolutions jusqu'à ce jour, a constitué un jalon important pour les BFUP en France. Dix-huit ans après la présentation du Béton de Poudres Réactives à la Convention de l'American Concrete Institute (ACI), deux projets majeurs associés à la rénovation urbaine, le MuCEM à Marseille et le nouveau stade Jean Bouin à Paris, ont été achevés et inaugurés, conduisant à une prise de conscience large des possibilités techniques et architecturales de ces « nouveaux bétons », tant auprès des professionnels (architectes et ingénieurs) que du grand public, y compris les maîtres d'ouvrages de ces structures et équipements.

L'acceptation technique de la conception, des procédés industriels de production et des dispositions constructives associées à ces projets, de même que le retour d'expérience favorable de 15 ans de réalisation en BFUP d'ouvrages et d'éléments de bâtiment en France, a permis de lancer le processus de normalisation conduisant à la publication de trois normes relatives au calcul des structures, à la production du matériau et à sa maîtrise, et à l'exécution des ouvrages (les deux premiers documents ont été publiés en Français et en Anglais en 2016, le dernier est attendu pour 2017, de même que la révision des règles communes pour les produits préfabriqués en béton). Tout en s'appuyant sur le consensus technique exprimé par les Recommandations de l'AFGC, révisées en 2013, l'élaboration des normes a favorisé la clarification et la simplification des processus de commande et de qualification, pour simplifier l'utilisation des BFUP dans les marchés et contrats de construction.

Depuis 2013, les projets exceptionnels en BFUP ont été plus rares, cependant la reconnaissance internationale, en particulier dans le cadre des prix d'excellence de la construction en béton de l'ACI, a été obtenue non seulement pour le MuCEM et le stade Jean Bouin en 2015, mais aussi pour « l'Anneau de la Mémoire » du Mémorial Internationale de Notre-Dame de Lorette en 2016. Il est remarquable également que le BFUP ait permis des solutions compétitives économiquement pour le pont de Buthaumont ou la passerelle du Cannel des Maures. En Suisse, avec l'exemple emblématique des viaducs de Chillon, et progressivement aussi en France, la réparation des tabliers de pont ou leur protection a connu un intérêt croissant. Cependant, la dynamique de croissance de l'usage des BFUP en France est clairement tirée par les panneaux et éléments de vêtture, bardage et couverture pour les bâtiments (siège social de « Vente Privée », résidence « La Mantilla »...) et les grands équipements publics (comme la gare TGV de Montpellier), rendant des éléments ultra-minces, à forte transparence et haut potentiel architectural possibles économiquement à cause de l'allègement de ces composants secondaires.

La consolidation des connaissances d'ingénierie et du savoir-faire industriel est une condition clé pour pouvoir développer de nouvelles applications des BFUP. Tel est le cas pour plusieurs architectes, concepteurs, bureaux de contrôle, bureaux d'études, et préfabricants, bien qu'en nombre encore limité. La formation associée à la diffusion des normes devrait renforcer ce potentiel. Les actions récentes de recherche et développement sur les BFUP ont

concerné leur modélisation avancée, leur emploi en conception parasismique, et l'optimisation de procédés de mise en œuvre non conventionnel (impression 3D, BFUP projeté...) susceptibles d'élargir le champ des applications compétitives du BFUP.

*Cette conférence détaillera ces acquis récents et les tendances actuelles.
Elle est dédiée à Gilles Chanvillard† et à Michel Delort.*