

CONSTRUCTION

MODERNE

N° 126 AVRIL 2007

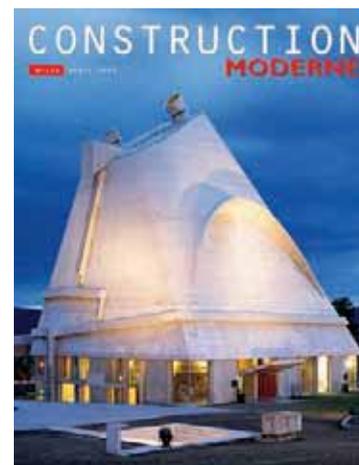


Éditorial

Loin de se figer dans une image surannée, le patrimoine architectural est bien vivant. La restructuration-extension du musée de l'Orangerie en est une belle illustration qui trouve un parfait équilibre entre histoire et modernité. L'achèvement de l'église Saint-Pierre à Firminy, plus de 40 ans après la mort de Le Corbusier, nous montre combien son œuvre, toujours d'actualité, sait nous émouvoir au-delà des mots. Dans tous les cas, le béton met ses qualités plastiques et ses performances au service du patrimoine vivant. Matériau vivant, donc, le béton évolue de façon continue, et les "nouveaux bétons" sont devenus des produits courants dont les atouts font l'objet du dossier "Solutions béton" de ce numéro. Les participants à la 8^e session du concours "Bétons, matière d'architecture", quant à eux, ont rendu leur projets. L'originalité et la richesse des réponses apportées par les élèves architectes et ingénieurs à la conception d'une "maison des initiatives" témoigne de la force créatrice de la nouvelle génération, et de sa capacité à répondre aux enjeux urbains et architecturaux du présent et du futur.

ROLAND DALLEMAGNE
Directeur de la rédaction

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION: Anne Bernard-Gély • **DIRECTEUR DE LA RÉDACTION:** Roland Dallemagne • **CONSEILLERS TECHNIQUES:** Stéphane Delaitre, Serge Horvath, François L'Huillier • **CONCEPTION, RÉDACTION ET RÉALISATION:** L'AGENCE 41, rue Greneta – 75002 Paris • **RÉDACTEUR EN CHEF:** Norbert Laurent • **RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE:** Maryse Mondain • **SECRÉTAIRE DE RÉDACTION:** Philippe François • **MAQUETTISTE:** Sylvie Conchon • **DESSINS TECHNIQUES ET PLANS:** Xano • Pour tout renseignement concernant la rédaction, tél. : 01 53 00 74 13 • La revue *Construction moderne* est consultable sur www.infociments.fr • Pour les abonnements: envoyer un fax au 01 55 23 01 10 ou un e-mail à centrinfo@cimbeton.net •



>> Couverture
 Église Saint-Pierre à Firminy (42)
 de José Oubrerie et Le Corbusier.
 Photo: Érick Saillel.



7, place de la Défense • 92974 Paris-la-Défense Cedex
 Tél. : 01 55 23 01 00 • Fax : 01 55 23 01 10
 • E-mail : centrinfo@cimbeton.net •
 • internet : www.infociments.fr •

Sommaire n° 126



>> PAGE 01 > Paris – Musée de l'Orangerie
 Architectes: Olivier Brochet, Emmanuel Lajus,
 Christine Pueyo



>> PAGE 05 > Franqueville-Saint-Pierre
 Mairie – Architectes: Isabelle Richard
 et Frédéric Schoeller



>> PAGE 08 > Saint-Denis – Locaux
 d'enseignement – Architectes: Olivier Arene
 et Christine Edeikins



>> PAGE 12 > Mouans-Sartoux
 Gymnase – Architectes: Michel Brante
 et Gérard Vollenweider



>> PAGE 15 > Les nouveaux bétons



>> PAGE 23 > Savigny-le-Temple
 Collège – Architecte: Emmanuelle Colboc



>> PAGE 27 > Saint-Jacques-de-la-Lande – Logements – Architecte: Vincent Cornu



>> PAGE 31 > Firminy – Église
 Architectes: Le Corbusier, José Oubrerie



Les Nymphéas

Collection
Jean
P...



L'Orangerie

revient à ses premières impressions

>>> APRÈS PLUSIEURS ANNÉES DE TRAVAUX, LE MUSÉE DE L'ORANGERIE REPLACE AU CŒUR DE SON PARCOURS

LES *NYMPHÉAS* DE CLAUDE MONET ; IL EN PROFITE POUR S'OUVRIRE À NOUVEAU SUR LA SEINE ET LES TUILERIES.

MATIÈRE NEUVE AJOUTÉE AUX MATÉRIAUX ANCIENS, LE BÉTON JOUE UN RÔLE STRUCTUREL DANS CETTE RÉALISATION

SIGNÉE DE L'AGENCE BROCHET, LAJUS ET PUEYO. IL CONDITIONNE LE PROJET SPATIAL ET VA JUSQU'À DÉTERMINER

L'AMBIANCE RESENTIE PAR LE VISITEUR. SURTOUT, IL INTÈGRE LES FONCTIONS INDISPENSABLES AUJOURD'HUI TOUT

EN GLISSANT SON SUPPORT SOYEUX SOUS LES RENOIR DE LA COLLECTION JEAN WALTER ET PAUL GUILLAUME.



1



2

L'Orangerie des Tuileries a été bâtie en 1852. En 1921, alors que les pouvoirs publics souhaitent en faire une annexe du musée du Luxembourg, le peintre Claude Monet choisit d'y installer ses *Nymphéas*. Cet ensemble décoratif marque l'aboutissement de son œuvre et il entend en faire don à la France au lendemain de l'armistice du 11 novembre 1918. Avec cette ode à la nature, expression parfaite de son art, il veut opposer au chaos du monde moderne un asile de méditation où les visiteurs viendraient se rasséréner. Tenant compte de la course du soleil, il organisera une proximité calculée entre l'œuvre, la Seine et le jardin.

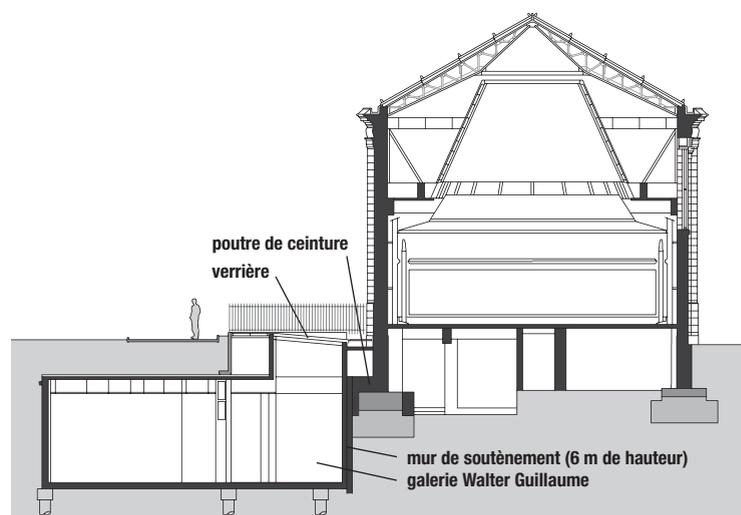
Une acquisition qui vient perturber l'installation

En 1927, le public découvre les *Nymphéas* dans la présentation conçue par le peintre et mise en œuvre par l'architecte Camille Lefèvre. La forme oblongue du bâtiment se prête à merveille au déroulement de ce grand ensemble mural déployé en double ellipse sur environ 500 m² et bénéficiant de l'éclairage naturel. Comme les *Nymphéas* n'occupent que la moitié est du bâtiment, la moitié ouest est aménagée en galerie d'exposi-

tion temporaire, où sont présentées, pendant une trentaine d'années, les principales expositions des musées nationaux. En 1959 et 1963, l'État fait l'acquisition de la collection Jean Walter et Paul Guillaume (144 œuvres de Cézanne, Renoir, Rousseau, Matisse, Picasso, Derain, Utrillo, Modigliani, Soutine...) et s'engage à l'exposer au musée de l'Orangerie. Sous l'égide de l'architecte Olivier Lahalle, le bâtiment subit alors une transformation majeure. Un escalier est construit et surtout un étage vient s'ajouter sur toute la longueur de l'édifice, qui prive les *Nymphéas* de leur éclairage naturel. Dès lors, l'œuvre n'est plus accessible de plain-pied mais au terme d'un parcours compliqué, exigeant de monter et de descendre plusieurs escaliers. Le vestibule original dessiné par Monet est également détruit.

Retrouver l'identité originelle

Le musée de l'Orangerie étant l'un des plus visités (plus de 500 000 visiteurs par an au dernier comptage, hors expositions temporaires), la restructuration qui s'est achevée en 2006 avait pour objectif de lui restituer surfaces et distribution adéquates pour présenter les *Nymphéas*



>>> **Coupe transversale.** Les bétons apparents sont des bétons autoplaçants (BAP) prêts à l'emploi. Utilisés en reprise en sous-œuvre des ouvrages existants, ils ont permis de couler en place sans vibration la poutre de ceinture du bâtiment et le mur de soutènement de grande hauteur, qui restent apparents dans la galerie des Impressionnistes de la collection Walter Guillaume, au sous-sol.

et la collection Jean Walter et Paul Guillaume dans de bonnes conditions, mais aussi de mettre en œuvre une véritable action culturelle. Espaces d'exposition temporaires, salle audiovisuelle, salle pédagogique, librairie, réserves, bibliothèque, bureaux, vestiaires et toilettes étaient donc au programme. Dans le respect de la spécificité des collections, il fallait retrouver l'identité du bâtiment et créer de nouveaux espaces d'accueil du public. Cœur vivant du musée, les *Nymphéas* devaient retrouver

dans ce contexte le dispositif voulu par Monet : lumière naturelle, accès central et vestibule, et contact visuel avec la Seine et le jardin des Tuileries. "Le programme proposé au concours portait sur une simple rénovation, indique Olivier Brochet, de l'agence Brochet, Lajus et Pueyo. Il ne prévoyait pas la destruction de l'escalier ajouté par Lahalle et proposait la création d'une extension sur le jardin." Lors du concours, l'un des candidats avait proposé de faire monter les *Nymphéas* à l'étage pour les



➤➤➤ **1** Interface entre le bâtiment administratif et le vestibule des Nymphéas, le porte-à-faux de béton dessine l'espace d'accueil en cadrant les vues. **2** Le béton fait écho à la logique industrielle du bâtiment d'origine. **3** Deux séquences transversales reliées par une douve et l'entrée du vestibule des Nymphéas. **4** À la sortie de la salle des Nymphéas, le béton accompagne la descente vers la collection Jean Walter et Paul Guillaume.

déconnecter du sol et retrouver la lumière sous verrière. "Nous avons choisi, pour notre part, de démolir l'escalier et l'étage, puis d'abaisser le sol pour permettre de rentrer de plain-pied dans l'espace voué à Monet, poursuit Olivier Brochet. Nous retrouvons ainsi l'esprit de l'œuvre, en liaison avec la Seine." L'allée d'accès aux Nymphéas a été restituée en partie centrale, avant que ne soit recréé un vestibule. L'idée de l'extension s'est donc trouvée rejetée pour ne pas altérer la symétrie historique sur le jardin des Tuileries, même si ce parti imposait de creuser un sous-sol pour implanter les surfaces nécessaires au programme muséal et de retrouver des locaux pour l'administration. En huit ans, l'enveloppe budgétaire initiale de 25 millions de francs (3,8 millions d'euros), qui ne tenait pas compte de ces options, a été multipliée par cinq. D'autant que la découverte d'un mur archéologique est également venue perturber le déroulement du chantier. Construite rapidement et remaniée en 1922, l'Orangerie, avec sa charpente

métallique et ses baies vitrées, s'apparentait à une construction industrielle. Revenant à ce langage, les architectes ont redessiné la partition des vitrages et restitué l'enveloppe qu'ils ont ceinturée de béton.

Renouer avec la logique industrielle

La charpente et sa verrière ont été restaurées, les façades, remaniées pour s'adapter aux nouvelles contraintes, les baies vitrées, restituées dans une interprétation de leur état d'origine. Les façades est et ouest ont été conservées, la longue façade sud, côté Seine, restituée avec ses verrières sur les quatre premières travées, les cinq autres travées étant maintenues en l'état. À l'opposé, la façade nord est équipée de verrières sur les quatre premières travées. Pour les services administratifs, c'est un "bâtiment pont" en béton banché coulé en place qui a été créé. Il se décolle, structure l'allée et cadre les vues.

2 questions à Christophe Picard

DIRECTEUR DE TRAVAUX CHEZ LAINÉ DELAU

Comment avez-vous assuré le suivi de la qualité ?

La composition des bétons a été mise au point par les services techniques et les laboratoires du fabricant et les entreprises. Pour le suivi de la qualité, des ouvrages témoins ont été soumis à la validation de l'architecte. Le coulage a donné lieu à un planning strict de livraison par la centrale, et sur le chantier, nous avons procédé à des tests et à un contrôle de fluidité au cône d'Abrams. Partant d'une même formule, les bétons coulés en saison hivernale et en saison estivale n'ont pas le même aspect. Ce fut le cas du grand voile de la galerie, coulé en été, et de la boîte administrative, coulée en hiver. Au fur et à mesure des coulages, nous avons donc amélioré la formule avec le laboratoire du fabricant.

Quels types de coffrages avez-vous utilisés ?

Nous avons plusieurs types de coffrages selon la nature des ouvrages et leur accessibilité ou non à la grue à tour. Les grands voiles de la galerie ont été coffrés avec des banches métalliques et la boîte administrative (plancher et voiles) avec des panneaux manportables. Pour garantir le fini, tous ces coffrages ont été habillés sur leurs faces coffrantes par des panneaux de contreplaqué filmés, de densité élevée, à usage unique, calepinés avec l'architecte et préparés en usine. Pour garantir leur parfaite étanchéité, ils ont été liaisonnés entre eux dans les coffrages à l'aide de petites baguettes de bois de 5 mm d'épaisseur glissées dans des rainures. La mise en place des cales à béton était une étape délicate et pour obtenir une étanchéité parfaite, les arrêts de coulage et les reprises de bétonnage étant particulièrement sensibles. Afin d'éviter les risques, nous avons coulé l'ensemble de la boîte administrative en une seule fois, réalisant manuellement quelque 500 m de coffrage. ■



5



6

>>> **5** Au sous-sol, le béton structure le parcours muséographique de la galerie basse en accompagnant par ses voiles l'entrée vers une period room. Coulé en place contre la terre sur une partie du bâtiment, il fait office de fondation. Une poutre en béton raccorde cette partie à l'extension en sous-œuvre.

6 Le béton structurel décoffré devient support pour les tableaux de Renoir et Cézanne dans la galerie des Impressionnistes de la collection Walter Guillaume.

Dans l'Orangerie où la lumière pénètre à nouveau, le béton joue un double rôle : structurel à l'évidence pour la reprise en sous-œuvre et la construction du volume de l'administration, mais aussi esthétique lorsqu'il souligne la matière des tableaux. Les travaux de reprise en sous-œuvre ont amené la création de quelque 2 900 m² en sous-sol, sous l'Orangerie et juste à côté pour recevoir la collection Jean Walter et Paul Guillaume. Sur la moitié ouest du bâtiment, ils ont visé la réalisation d'une excavation le long du mur nord, avec coulage en place de grands voiles de béton pour créer une galerie souterraine. "C'était pour nous un ouvrage à risque, dont l'aspect final devenait le support visible des œuvres exposées", insiste l'architecte.

Ces nouveaux espaces associent lumière naturelle et lumière artificielle. Dans la galerie principale, le béton structurel de la reprise en sous-œuvre laissé à nu devient support de l'accrochage du conservateur pour les Renoir et les Cézanne. Au final, le résultat ne laisse

pas de surprendre quand la soie grise du béton joue le mimétisme avec la matière délicate des Renoir.

Dans la moitié est, la halle a été ceinturée par des poutres qui se sont substituées aux anciennes fondations afin de rendre possible la reprise en sous-œuvre. Une anecdote illustre l'importance de cet ouvrage : lorsque la découverte du mur a ralenti le chantier pendant un hiver entier dans l'attente des fouilles archéologiques, l'Orangerie est tout simplement restée en suspension sur des étais métalliques au-dessus des fouilles...

Matière et plastique du béton

"Nous ne voulions pas de couleur avant d'arriver aux Nymphéas", insiste l'architecte. Le béton, par sa matière soyeuse et plastique, "nettoie" le regard en échappant à toute gesticulation formelle. Le porte-à-faux de 9 m du bâtiment administratif définit l'espace d'accueil, avant de structurer le parcours vers les *Nymphéas* en cadrant les vues sur l'extérieur.

Passé un ponton de bois – un clin d'œil à Giverny –, le vestibule se constitue d'une voûte en béton blanc. Dominée par un oculus, elle est ponctuée de deux fentes latérales révélant les vues sur Seine et sur jardin. Les *Nymphéas* ne pouvant être déplacés pendant le chantier, l'autre difficulté a consisté à scier le plancher en béton qui les dominait pour installer des poutres et les protéger dans une caisse étanche. Aujourd'hui, deux grands abat-jour gèrent à la fois la lumière et le cloisonnement thermique et acoustique.

"Le béton devait offrir une ambiance monochrome introduisant la lumière des Nymphéas, ajoute Olivier Brochet. Celui du plafond du hall est laissé apparent, avec des inclusions de matières éclairantes et acoustiques. En paroi de l'administration, le ferrailage extérieur permet de lancer l'étonnant porte-à-faux au-dessus du vide de la douve, moment de suspension avant d'entrer dans l'écrin délicat des Nymphéas." Le bâtiment administratif se caractérise ainsi par son porte-à-faux de 9 m et ses deux joues latérales en béton brut.

Il y a quelques années, Antoine Stinco s'était chargé d'installer un musée d'art contemporain au Jeu de Paume, édifice symétrique à l'Orangerie dans le jardin des Tuileries. Longitudinale, son intervention avait alors souligné la spatialité.

Cette fois, les architectes ont opté pour deux séquences transversales reliées par une douve. Tout n'est que parti pris... ■

TEXTE : CHRISTINE DESMOULINS

PHOTOS : HERVÉ ABBADIE



Maître d'ouvrage :
EMOC

Maître d'œuvre :
Agence Brochet, Lajus et Pueyo
architecte mandataire ;
Michel Goutal, architecte en chef
des Monuments historiques
(réhabilitation des façades pierre
de la partie historique
et de la verrière)

BET :
Bétom

Entreprise de gros œuvre :
Léon Grosse – Lainé Delau

SHON :
6 500 m²

Coût :
10,7 M€ HT



Jeux de lumière sur la vie publique

>>> SIGNÉE DE L'AGENCE RICHARD & SCHOELLER, LA MAIRIE DE FRANQUEVILLE-SAINT-PIERRE EST UN BÂTIMENT AUX LIGNES RÉSOLUMENT CONTEMPORAINES, QUI RÉPOND PARFAITEMENT AUX SOUHAITS DES MAÎTRES D'OUVRAGE, ATTENTIFS À L'ESTHÉTIQUE AUTANT QU'À LA FONCTIONNALITÉ. TRÈS PRÉSENT, LE BÉTON CLAIR, BRUT DE DÉCOFFRAGE, MAIS AUSSI LE VERRE, LE MÉTAL ET LES JEUX DE LUMIÈRE NATURELLE, SE RENCONTRENT AVEC HARMONIE ET COMPOSENT AVEC LÉGÈRETÉ. CONÇUE AUTOUR DE DEUX AILES PRINCIPALES REPOSANT SUR UN SOCLE DE VERRE, LA MAIRIE S'INSCRIT AVEC BONHEUR DANS SON ENVIRONNEMENT ET DANS SON SIÈCLE.



1



2

C'est exactement ce que nous voulions ! Lors du concours, il y avait quatre projets en lice. L'un trop traditionnel, deux autres trop massifs, et celui-ci. Il a fait immédiatement l'unanimité !" Philippe Leroy, maire de Franqueville-Saint-Pierre, désigne d'un geste large et enthousiaste "son" hôtel de ville. Frédéric Schoeller, l'architecte, sourit modestement.

Un bâtiment à forte teneur symbolique

Il s'agissait de créer un équipement qui puisse s'inscrire dans le XXI^e siècle, et dont la fonction de "maison commune" soit parfaitement lisible de l'extérieur. "Le porte-à-faux nous pousse à ne pas oublier que les élus sont toujours sur des sièges éjectables !" plaisante encore le maire. Et d'ajouter : "La transparence se rapporte à la façon dont ils doivent gérer les affaires publiques."

Il y a du brouillard ce matin sur la Normandie. Le bâtiment émerge à l'extrémité d'une vaste place nouvellement créée – mais pas par l'agence Richard & Schoeller –, dotée d'un parking, et refermée à l'est par une série de petits commerces sur un seul niveau. L'hôtel de ville

présente au regard du passant son volume particulier, très différent du gabarit de la zone pavillonnaire qui l'entoure : un volume horizontal, qu'encadre et souligne le nez blanc des dalles de plancher et des voiles verticaux.

De fait, le bâtiment est conçu en deux parties distinctes, reliées au rez-de-chaussée par un soubassement comprenant le hall d'accueil largement vitré et des bureaux. Ce socle de verre était, pour les architectes, le moyen d'élever et d'alléger leur bâtiment, mais aussi de permettre un flux de lumière traversant sur toute la profondeur de l'édifice. Lumière qui a fait l'objet d'un travail très fouillé. On a véritablement le sentiment que la

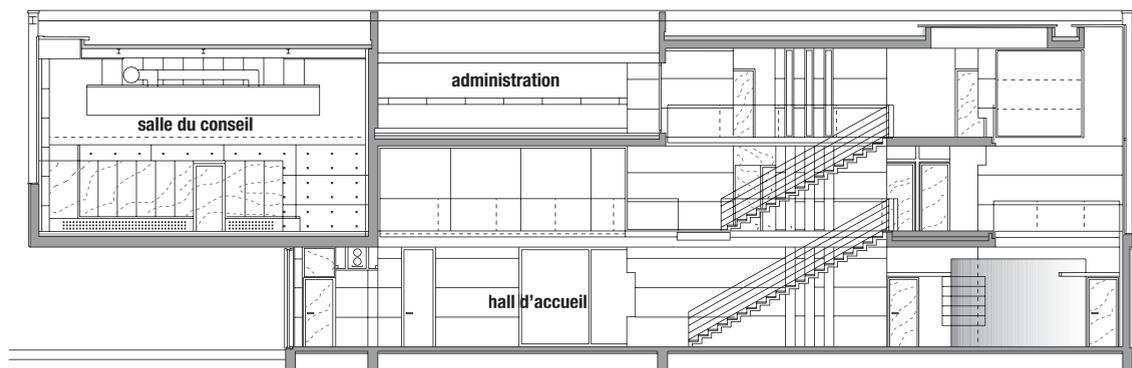
mairie flotte au-dessus du sol. Un porte-à-faux impressionnant forme un grand auvent qui met en scène, depuis la ville, l'accès à la mairie. Il est supporté d'un côté par un ensemble de trois poteaux métalliques inclinés qui "cassent" légèrement l'orthogonalité générale, et de l'autre par un mur habillé de pierre orange qui délimite l'espace public de la place et le parking de l'hôtel de ville.

Une salle noble pour les mariés

Au-dessus, deux ailes habillées de panneaux sandwich d'inox strié teinté en gris abritent, à l'ouest, la salle du conseil et des mariages. Cette vaste pièce

occupe tout le volume visible en façade, avec une hauteur sous plafond d'environ 4,50 mètres. (Il s'agissait d'offrir aux futurs mariés un espace noble et solennel.) Une large baie vitrée donne accès à la terrasse, permettant de prendre les traditionnelles photos. Les élus tenaient à cet agencement car les mariages sont une des fonctions particulières de la mairie. L'escalier principal lui-même, mis en valeur par sa position centrale, sa largeur, le dégagement de la trémie, a été également conçu en partie à cette fin.

L'aile est abrite le bureau du maire et son secrétariat et, au niveau supérieur, d'autres locaux administratifs. Entre les deux ailes reliées par des voiles horizon-



>>> Coupe nord-sud sur le bâtiment. Les pleins et les vides, les éléments porteurs, les éléments de tension, sont lisibles.



3



4

>>> **1** Vue sur la façade est. Le porte-à-faux ménage un auvent d'accès à la mairie. La structure complexe de l'édifice y est parfaitement visible. **2** Vue sur une partie du pignon ouest et sur la façade nord du bâtiment. Ici la lumière joue avec le béton brut coulé en "vagues". **3** Le hall d'accueil comprend l'escalier monumentalisé par la faille centrale, largement éclairée. **4** Le bureau du maire est un vaste espace très ouvert sur l'extérieur. Lui aussi présente une paroi porteuse en béton, constituée de "vagues".

taux et le couloir vitré au premier niveau, le bâtiment semble évidé. Là, comme au rez-de-chaussée, le regard le traverse du nord au sud, accentuant encore la légèreté de l'ensemble.

Les voiles de béton qui couvrent le bâtiment ne sont pas continus. Les architectes y ont ménagé des percées qui jouent sur les reflets du sol clair vers les sous-faces blanches, apportant ainsi de la lumière dans tout l'étage – une luminosité indirecte, douce et agréable, même les jours de brouillard...

Structure optimisée

La structure du bâtiment est complexe car le volume est fragmenté. Seul le béton était en mesure de répondre à cette complexité : une dalle porteuse et quatre refends de béton clair, brut de décoffrage. Une intense collaboration avec le bureau d'études a permis l'optimisation, à la fois fonctionnelle et esthétique, de tous les éléments de structure.

Partout l'épaisseur des dalles est optimisée, en fonction de ce qu'elles soutiennent et de ce sur quoi elles reposent. Celle de l'étage est doublée. Continue en sous-face et coulée *in situ*, elle supporte un plancher creux, puis une chape flottante et une chape contenant le chauffage par le sol. Son épaisseur donne une véritable assise au volume principal, sorte de trait d'union entre la paroi de verre et l'auvent formé par le porte-à-faux.

De nombreux détails, étudiés avec soin, permettent de lire la structure et de la mettre en valeur : les murs de refend, "ornés" des traces des entretoises, glissent de l'extérieur vers l'intérieur. Ils sont laissés bruts. Leur disposition, leur juxtaposition dans l'espace, leur rapport avec les autres matériaux – notamment le verre – leur donnent une force, une prépondérance. À l'étage, des parois porteuses sont percées de failles verticales qui laissent passer la lumière du palier vers les couloirs. Dans les bureaux, un décrochement du plafond correspond au

coffrage des gaines techniques ; on conserve ainsi une bonne hauteur sous plafond, même dans un petit local.

Galerie de motifs

Les architectes ont été particulièrement attentifs à la qualité, à la plastique et à la couleur du béton. Il s'agit bien d'un béton clair et non pas, comme l'entreprise l'avait proposé, d'un béton blanchi. À l'intérieur comme à l'extérieur les parois sont formées de "motifs" en vague parfaitement calepinés. Ce très léger bas-relief donne une agréable souplesse aux parois, animées par la lumière. La mise en œuvre fut délicate car elle nécessitait un béton assez fluide, avec toutes les précautions que cela implique dans le coulage et le maniement des banches. En façade ouest, le béton est traité d'une manière encore différente ; il est bosselé, ce qui crée un bel effet radiant. En fait, le soubassement a été coffré avec des coffrages servant habituellement aux fondations ! Reste que l'hôtel de ville de Franqueville est effectivement une réponse originale et réfléchie à une demande dont le programme est courant (bureaux, salle des mariages, etc.), mais aussi une réflexion

sur la pérennité, la lisibilité, la fonction publique du bâtiment, dans la mise en scène de l'entrée, de l'escalier, de la salle des mariages, par l'emploi massif d'un béton travaillé et affirmé. ■

TEXTE : CLOTILDE FOUSSARD

PHOTOS : JEAN-MARIE MONTHIERS



Maître d'ouvrage :
commune de Franqueville-
Saint-Pierre

Maître d'œuvre :
Isabelle Richard & Frédéric
Schoeller architectes

BET :
Alpes Structures

Entreprise :
Millery

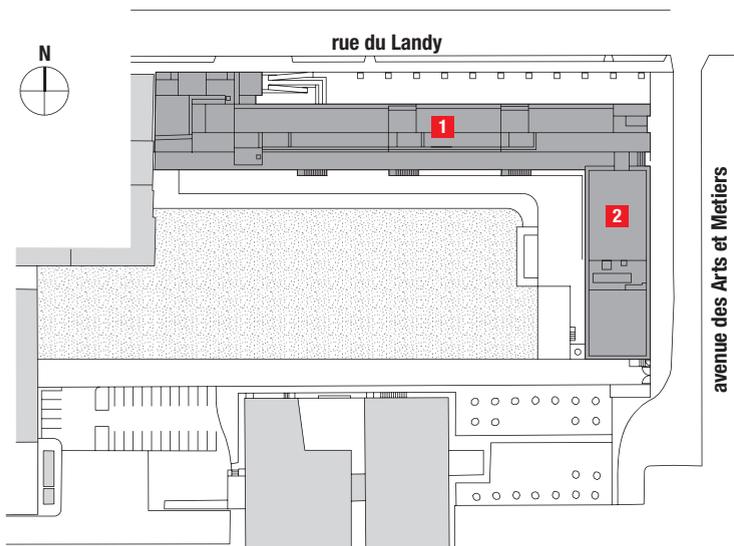
SHON :
1 300 m²

Coût :
1,8 M€ HT



Au carrefour d'un projet urbain

>>> RÉUNIR DANS UN MÊME ENSEMBLE L'INSTITUT NATIONAL DE MÉTROLOGIE (INM) ET UN CENTRE D'ENSEIGNEMENT, LA MAISON DE L'ALTERNANCE, TELLE ÉTAIT LA MISSION DES ARCHITECTES OLIVIER ARENE ET CHRISTINE EDEIKINS. LE PROJET FINAL N'ÉTAIT AUTRE QUE LE CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS DE SAINT-DENIS. AUJOURD'HUI, L'ENVELOPPE EN BÉTON BRUT PEINT EN BLANC FAÇONNE LE VOLUME DU CENTRE D'ENSEIGNEMENT ET EXPRIME SON STATUT D'ÉQUIPEMENT PUBLIC. À L'INTÉRIEUR, LA GALERIE DES FOYERS ET LA GALERIE HAUTE OFFRENT DES ESPACES GÉNÉREUX AUX AMBIANCES AGRÉABLEMENT LUMINEUSES ET COLORÉES.



- 1** Centre d'enseignement du Cnam (Maison de l'alternance)
- 2** Institut national de métrologie (INM)

Le projet conçu par Olivier Arene et Christine Edeikins pour le Conservatoire des arts et métiers, à Saint-Denis, réunit dans un même édifice l'Institut national de métrologie (INM) et un centre d'enseignement, la Maison de l'alternance, qui accueille 450 apprentis ingénieurs. Situé à proximité des réserves du musée des Arts et Métiers, le nouveau bâtiment s'inscrit dans le cadre du projet urbain de La Plaine-Saint-Denis, à l'angle de la rue du Landy et de l'amorce de la future avenue des Arts-et-Métiers, dont le tracé s'inscrira dans le prolongement de l'avenue du Stade-de-France en direction de Paris. La rue du Landy, élargie, est agrémentée d'un mail planté. Elle se rétrécit au niveau de la parcelle voisine du nouveau bâtiment, à l'ouest. Les deux entités du programme sont installées dans les branches d'une figure en équerre. Elles présentent l'une et l'autre une écriture architecturale spécifique, répondant à la fois aux caractéristiques fonctionnelles et aux objectifs de repré-

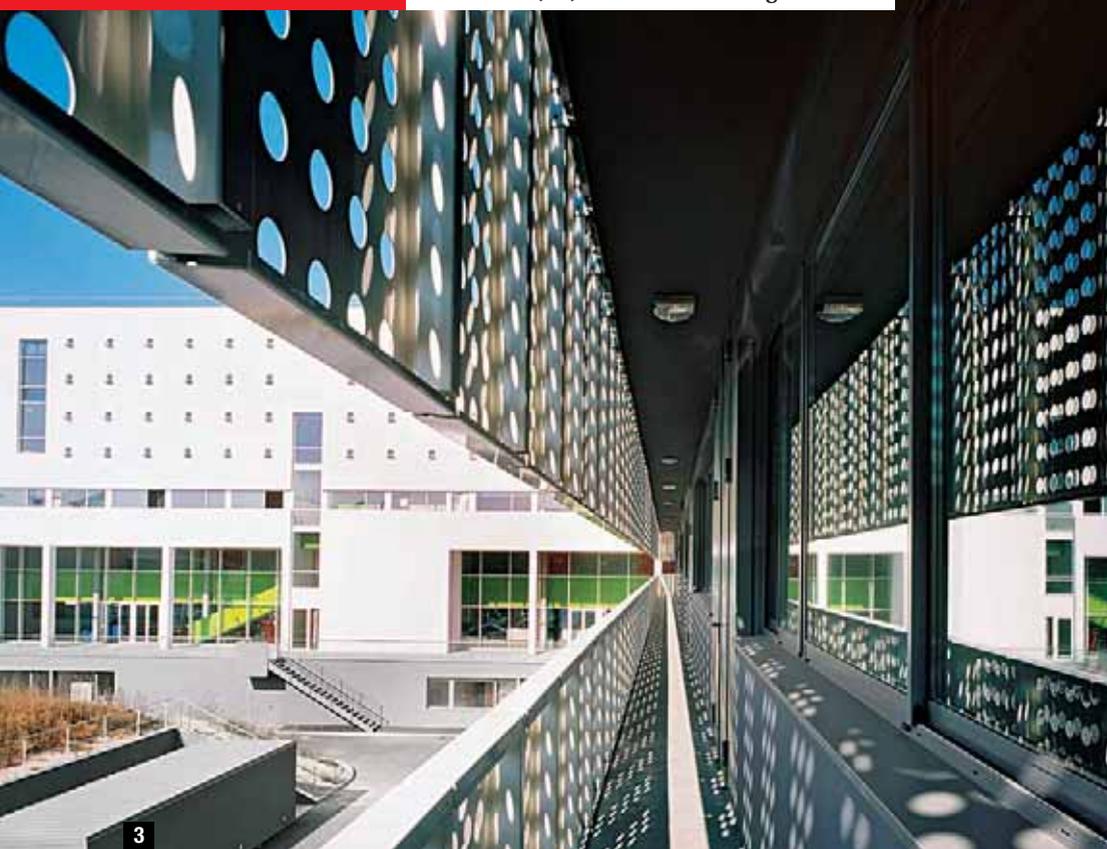
sentation propres à chacun des deux établissements. Le bâtiment du centre d'enseignement du Conservatoire des Arts et Métiers se développe le long de la rue du Landy. Sa volumétrie orthogonale est animée par le jeu des parois vitrées et des parois en béton peintes en blanc. La composition et l'enchaînement de ces dernières façonnent et cisèlent le volume du bâtiment. Le dessin de l'ensemble exprime le statut d'équipement public de l'édifice, tandis que le rythme des opacités et des transparences met en scène son ouverture sur la ville.

Dessin plastique et sculptural

Au croisement de la rue du Landy et de la future avenue des Arts-et-Métiers, l'angle du bâtiment compose les pleins et les vides dans un dessin plus plastique et sculptural, qui signale la présence de l'institution dans l'espace urbain. La façade principale sur la rue du Landy est orientée au nord. Le rez-de-chaussée



- >>> 1** Une multitude de petites fenêtres carrées percent la façade sud pour éclairer la galerie haute tout en la protégeant d'un ensoleillement trop important.
- 2** Sur la rue du Landy, les parois de béton brut peint en blanc dessinent le volume du centre d'enseignement.



3



4

technique

D'un béton l'autre...

Lorsque les architectes Arene et Edeikins remportent le concours, le bâtiment est dessiné pour être construit en béton poli préfabriqué. C'est un matériau qu'ils connaissent bien et qu'ils ont déjà utilisé dans plusieurs projets. "Pour moi, dessiner un tel bâtiment en béton poli combine liberté et simplicité, explique Olivier Arene. Le calepinage des panneaux donne une modénature très forte au bâtiment et la qualité de la peau permet une grande simplicité dans le dessin de l'édifice." Mais le projet connaît une vie tumultueuse. Après remise de l'APD, un référé est déposé pour vice de forme au stade du jury du concours. Les études sont totalement interrompues pendant 18 mois. "Du fait des importants retards que nous avons subis, poursuit l'architecte, nous avons dû abandonner le béton poli, à mon grand regret. Les façades sont donc en béton brut revêtu d'une peinture blanche." Les grandes surfaces blanches et minérales ainsi obtenues restent pourtant dans l'esprit du projet initial et mettent en valeur son écriture architecturale. Le béton est aussi employé pour la structure des deux corps de bâtiment. Au rez-de-chaussée du centre d'enseignement, la structure est composée de portiques poteaux-poutres en béton qui rythment l'espace de la galerie des foyers. Ces portiques supportent les refends porteurs des étages supérieurs.

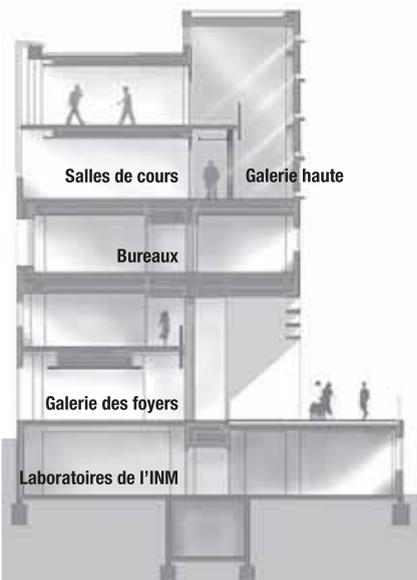
Pour l'INM, les points porteurs verticaux en béton sont au niveau des petits côtés des gaines. Ils supportent les poutres en béton qui reprennent le plancher des coursives extérieures et les dalles alvéolaires précontraintes des plateaux d'étage. Les tablettes d'appui des petites fenêtres carrées de la façade sud, réalisées en béton poli noir, ont été dessinées pour éviter toute coulure sur la façade immaculée (voir détail).

entièrement vitré de la "galerie des foyers" crée une transparence vers le cœur d'îlot engazonné et, au fond, les réserves du musée. La vue ainsi offerte à travers le bâtiment vient agrémenter le parcours le long du mail du Landy. Au-dessus de cette galerie, la façade se compose d'une strate plus opaque animée par des fenêtres dessinées comme des "ouïes" en creux dans la paroi de béton, ouvertes vers l'est et le canal de l'Ourcq. La partie supérieure, enfin, est totalement vitrée. Elle laisse percevoir la vie étudiante et permet d'atténuer visuellement la hauteur de la construction, pour conserver une échelle urbaine à la promenade sur le mail du Landy. Un plot abritant les logements de fonction vient assurer l'articulation entre l'ancien alignement de la rue du Landy et son élargissement, marqué par la façade du centre d'enseignement. C'est à ce niveau, centre de gravité du projet final, que sont implantés le parvis et le hall d'entrée principal. Seule la première phase du projet, en effet, est aujourd'hui réalisée, soit à peu près la moitié de l'opération. Le bâtiment de l'Institut national de métrologie s'installe perpendiculairement au centre d'enseignement, le long de l'amorce de la future avenue des Arts-

et-Métiers. Son soubassement en panneaux de béton poli se lit comme un socle protecteur. Aux étages supérieurs, une mantille en bardage métallique laqué perforé se développe à 1 m de la façade, jouant le rôle de brise-soleil et protégeant l'intérieur des regards indiscrets afin de répondre à la confidentialité souhaitée par les chercheurs.

Structures différenciées

"Les deux bâtiments sont différents dans leur morphologie et leur architecture, souligne Olivier Arene. Leur principe se définit en coupe par rapport à l'orientation solaire, aux contraintes programmatiques, etc. Le bâtiment du centre d'enseignement s'organise par strates superposées, comme un mille-feuille." La partie basse en double hauteur accueille le hall d'entrée, une galerie qui dessert tout le rez-de-chaussée du bâtiment, et une zone de bureaux en mezzanine au 1^{er} étage, destinée aux services administratifs du centre d'enseignement. L'étage au-dessus est entièrement occupé par des bureaux répartis de part et d'autre d'un couloir central. Enfin la partie supérieure (les 3^e et 4^e étages) est un autre espace duplex en



>>> **Coupe transversale sur le centre d'enseignement.**

double hauteur consacré aux salles d'enseignement. Toutes sont alignées au nord, l'espace double hauteur de la galerie haute qui les dessert étant au sud. Il est éclairé par une ouverture zénithale qui laisse glisser par réflexion la lumière du nord, et, par la multitude de petites fenêtres carrées régulièrement percées dans la façade, la lumière plus chaude du sud. Lieu de circulation, d'échange et de convivialité, cette galerie haute est ponctuée, au droit des nœuds de circulation verticale, au niveau

R+3, par de petits "salons d'étage" et, au niveau R+4, par des terrasses extérieures offrant des vues sur la ville. "Pour le bâtiment de l'INM, la coupe est régie par un principe qui exprime les contraintes techniques inhérentes aux laboratoires, reprend l'architecte. Nous avons voulu des plateaux libres de toute structure ou passage de fluide, et portant d'une façade à l'autre."

Des laboratoires protégés

Les éléments techniques sont repoussés sur les façades qui reçoivent les poteaux et les poutres ainsi que les gaines verticales accessibles par des coursives extérieures. Toutes les interventions techniques et les tâches de maintenance sont ainsi réalisables à partir des coursives, en toute indépendance de l'activité des laboratoires. Les plus sensibles d'entre eux aux vibrations (appareils de mesure au laser) sont au sous-sol et s'étendent sous le centre d'enseignement. Le décaissement du sol à l'intérieur de la parcelle permet d'offrir de la lumière naturelle à certains laboratoires situés en rez-de-jardin, aux espaces communs, ainsi qu'à certaines parties des circulations.

>>> **3** Des coursives extérieures ceinturent le bâtiment de l'INM. Elles permettent d'intervenir sur les gaines techniques placées en façade sans perturber l'activité. **4** et **5** Au rez-de-chaussée du centre d'enseignement, la galerie des foyers s'ouvre généreusement sur une terrasse ensoleillée. Placées en retrait de la façade, les parois vitrées sont protégées des plus forts rayons du soleil en été. **6** Lieu de circulation, d'échanges et de convivialité, la galerie haute offre un bel espace, baigné de lumière naturelle et coloré.

Le hall d'entrée, généreusement ouvert sur le parvis de la rue du Landy et sur l'intérieur de la parcelle, offre une lecture claire et une compréhension immédiate de l'organisation générale de l'ensemble de l'édifice. En contact direct avec ce hall, l'amphithéâtre de 200 places bénéficie d'un foyer élargi et se développant sur les deux premiers niveaux afin d'accueillir les manifestations particulières. À gauche du hall, l'ensemble des entités se distribue au travers de la galerie qui occupe tout le rez-de-chaussée. Sur cette galerie se greffent les escaliers qui conduisent à la mezzanine, les circulations verticales qui vont irriguer les étages d'enseignement, et le bâtiment de l'INM connecté à l'extrémité est. Elle accueille le foyer des élèves, un espace d'exposition, des ordinateurs en libre-service, etc., et se prolonge à l'extérieur par une terrasse ensoleillée et conviviale, très utilisée par les étudiants au moindre rayon de soleil. ■

TEXTE : NORBERT LAURENT

PHOTOS : PATRICK TOURNEBUCEUF/TENDANCE FLOUE



Maître d'ouvrage :
conseil régional d'Ile-de-France

Mandataire :
DDE Seine-Saint-Denis

Maître d'œuvre :
atelier 234
Olivier Arene et
Christine Edeikins architectes ;
Christine Jeune,
chargée de projet

BET :
BETOM Ingénierie

SHON :
9 700 m²

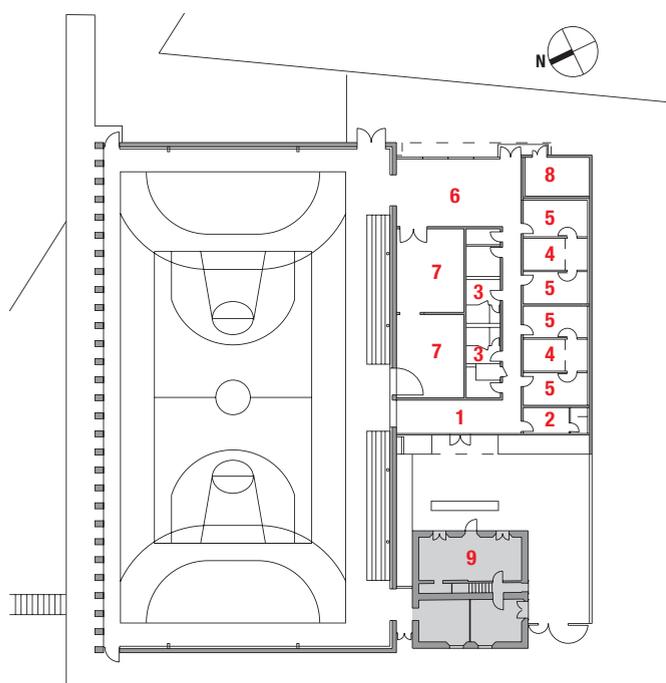
Coût :
19,7 M€ TTC



Transparence et monumentalité

>>> REVISITANT L'ARCHÉTYPE DU GYMNASE, LES ARCHITECTES CANNOIS BRANTE ET VOLLENWEIDER ONT SU DONNER UNE VÉRITABLE DIMENSION URBAINE À LA NOUVELLE HALLE DES SPORTS DE MOUANS-SARTOUX.

LE PARTI RETENU FUT CELUI D'OUVRIRE CET ÉQUIPEMENT TROP SOUVENT REFERMÉ SUR LUI-MÊME POUR ÉVITER LES ÉBLOUISSEMENTS INDUITS PAR L'ÉCLAIRAGE NATUREL DIRECT. ICI, AU CONTRAIRE, PASSANTS ET SPORTIFS COMMUNIQUENT VISUELLEMENT GRÂCE À UNE FAÇADE DE VERRE ORIENTÉE AU NORD ET STRIÉE DE GRANDES VERTICALES DE BÉTON QUI LIMITENT LES INCIDENCES SOLAIRES LATÉRALES.



- | | | |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 Hall | 4 Douches | 7 Dépôts |
| 2 Bureaux | 5 Vestiaires | 8 Local technique |
| 3 Sanitaires | 6 Échauffement | 9 Salles de réunion |

C'est la position du terrain, à l'entrée de Mouans-Sartoux, en prise directe avec l'important boulevard urbain qui irrigue la ville, qui a amené les architectes à prendre le parti d'ouvrir au maximum la salle, pour intégrer le sport à la vie de la cité. Le maître d'ouvrage préférera cette idée à toutes les autres. Malgré la complexité dimensionnelle induite par les proportions du terrain, l'agence cannoise voyait un autre avantage à ce principe d'ouverture : en tournant la façade principale de l'équipement vers le boulevard, le gymnase bénéficiait d'une exposition nord-nord-est et par conséquent d'une lumière indirecte et constante avec un risque minimal de surchauffe. Restait alors aux architectes... tout le reste : *"Trouver la forme architecturale qui exprimerait la transparence sans tomber dans 'l'étalage', éliminer complètement des incidences latérales pour éviter toute source d'éblouissement, et enfin arriver à conférer au bâtiment un caractère à la*

fois léger et monumental." C'est une recherche patiente qui répondra à ces questionnements successifs.

Mise au point

Le problème de l'implantation est résolu en décalant de quelques degrés le gymnase par rapport à l'alignement sur le boulevard. Ce léger biais permet d'insérer les 45 m de la façade principale dans la largeur du terrain et de le caler, à l'arrière, parallèlement à l'ancienne gare de tramway, intégrée au nouvel équipement sous forme de salle de réunion et de logement du gardien. Côté sud, neuf et existant organisent le dispositif d'entrée : une vaste cour-patio à la géométrie régulière qui distribue d'un côté l'ancien pavillon et de l'autre le gymnase, avec d'abord ses vestiaires et ses locaux techniques. Ces locaux annexes se détachent du volume principal du gymnase et s'assemblent dans un volume plus bas qui le borde au sud. L'ensemble a été traité en



>>> 1 La pierre sèche de l'ancienne gare de tramway, réutilisée sur le mur de clôture, révèle l'aspect lisse et brillant du béton banché du gymnase. **2** La façade Nord est caractérisée par une succession de piles qui dessinent une véritable colonnade de béton affinée par la pose biaisée des travées de verre.



3

➤➤➤ **3** *Gradins en béton préfabriqué, revêtement intérieur en blocs béton : l'intérieur du gymnase est caractérisé par la volonté de décliner le matériau béton. Les 80 cm de profondeur des piles permettent de diffuser la moindre variation de lumière extérieure et créent une atmosphère intérieure à la fois douce et sereine.*

béton architectonique, matériau assez inhabituel pour un équipement sportif, mais répondant parfaitement à la dimension urbaine et au caractère à la fois massif et élancé du bâtiment.

Un filtre à lumière monumental

La contrainte de se protéger des incidences solaires latérales conduira les architectes vers le dispositif original mis en œuvre sur la façade sur boulevard : un filtre à lumière monumental, réalisé au travers d'une série de meneaux qui coupent tout rayonnement solaire direct et diffusent une lumière adoucie par leur propre épaisseur.

La série d'arêtes offre un spectacle changeant, mis en scène par les premiers rayons du soleil qui effleurent chaque matin la façade, et au crépuscule par la lumière qui vient de l'intérieur du gymnase. "À partir du boulevard, le regard ne perçoit tout d'abord qu'une suite d'arêtes de béton, puis, à mesure que l'on avance, apparaît peu à peu le plan oblique du vitrage inséré entre les piliers, jusqu'à la vision complète de l'intérieur

du gymnase", explique Michel Brante. Dès lors, la qualité de surface et la solidité des arêtes est devenue cruciale. Pour une parfaite finition, chacune d'elles a été coulée en béton autoplaçant.

En contrepoint à cette façade largement ajourée, les trois autres ont été totalement refermées pour éviter l'éclairement direct. Traitées en béton brut et coulées à la banche métallique, elles ont une surface parfaitement lisse et brillante.

L'intérieur traduit cette même volonté de mettre en œuvre le béton, tout en proposant une certaine variété. Le résultat renforce l'impression de précision et d'exactitude générale. Pour éviter tout faux plafond et habillage, les réseaux ont été systématiquement gérés en vide sanitaire. Ainsi, ce sont les sous-faces des dalles, brutes de décoffrage, qui constituent les plafonds de l'ensemble de la partie entrée, vestiaires et salles annexes.

Décliner un matériau unique

Cette volonté a nécessité un important travail de mise au point, non seulement pour prévoir l'ensemble des réservations

nécessaires au passage des gaines, mais également pour intégrer les luminaires directement dans l'épaisseur de la dalle. La mise en œuvre du béton lui donne un caractère singulier qui accroche la lumière : les lamelles de bois des panneaux triply qui habillaient la face intérieure du coffrage l'ont empreint de leur dessin irrégulier, référence revisitée au fameux béton à la planche des architectes précurseurs.

Les cloisonnements intérieurs sont traités avec cette même recherche d'un matériau brut. Enduit et peinture ont donc été laissés de côté pour des parements ou des cloisonnements lourds faits de blocs de béton architectonique. Compte tenu de l'usage intensif de l'équipement, la pérennité de ces blocs "finis de parement" sur leurs deux faces en faisait un choix idéal. Aussi ont-ils été utilisés sur les trois premiers mètres, les plus exposés dans le gymnase, et pour l'ensemble des cloisonnements dans les autres locaux. Leur performance thermique renforce, par ailleurs, l'inertie de l'ensemble. L'occupation intensive particulière à ce gymnase – le jour par les collégiens voisins, le soir et le week-end par les associations de la ville – et la maîtrise des apports solaires ont autorisé la mise

en place d'un plancher chauffant qui complète judicieusement l'inertie du bâtiment lui-même, d'où un confort intérieur optimal pour les joueurs. ■

TEXTE : SOLVEIG ORTH
PHOTOS : SERGE DEMAILLY



Maître d'ouvrage :
conseil général
des Alpes-Maritimes

Maître d'œuvre :
Michel Brante &
Gerard Vollenweider architectes

BET structure :
Nicolai

Entreprise de gros œuvre :
SEETA

SHON :
| 600 m² bâtiment neuf
+ 150 m² bâtiment existant

Coût :
4,59 M€ HT

solutions

Des solutions bétons évaluées et performantes [volet 1]

>>> MATÉRIAU VIVANT, LE BÉTON ÉVOLUE EN CONTINU, AU RYTHME DES DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES ET DU PROGRÈS INDUSTRIEL. APPARUS IL Y A QUELQUES ANNÉES À TITRE EXPÉRIMENTAL, LES "NOUVEAUX BÉTONS" SONT DEVENUS DES PRODUITS COURANTS, ACCESSIBLES À L'ARCHITECTE COMME AUX ENTREPRISES. REMARQUABLES PAR LEURS PERFORMANCES QUI OUVERT DE VASTES POSSIBILITÉS ARCHITECTURALES DANS LE BÂTIMENT, CES BÉTONS SE DISTINGUENT AUSSI PAR LEUR FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE ET LEUR INCIDENCE POSITIVE SUR LE COÛT GLOBAL DU PROJET. MONTRER LES ATOUTS DE CERTAINS DE CES BÉTONS (HAUTES PERFORMANCES ET AUTOPLAÇANTS) EST L'OBJET DE CE PREMIER DOSSIER. IL SERA COMPLÉTÉ, DANS UNE PROCHAINE ÉDITION, PAR UN SECOND VOLET SUR D'AUTRES SOLUTIONS BÉTON.



→ Les enjeux

Les réponses du béton aux nouveaux enjeux de l'architecture.

p. 16



→ Bétons hautes performances

L'exception au quotidien.

p. 18



→ Bétons autoplaçants

Mise en œuvre simplifiée.

p. 20

→ Les réponses du béton aux nouveaux enjeux de l'architecture

La créativité des architectes d'une part, l'évolution des réalités de la construction d'autre part, sont les grands enjeux qui expliquent et justifient les immenses progrès du matériau béton au cours des dernières années. Les bénéfices s'observent à tous les niveaux, jusqu'au coût global de la construction.

L'histoire "moderne" du béton trouve son origine au XIX^e siècle, et ses premières réalisations architecturales d'envergure dès l'aube du siècle suivant. Depuis lors, le béton connaît un essor ininterrompu, dans les travaux publics comme dans le bâtiment. Dans un domaine comme dans l'autre, il fait preuve d'un potentiel mécanique et esthétique exceptionnel qui stimule l'audace et l'inventivité des concepteurs. En retour, ces mêmes concepteurs lui lancent de nouveaux défis qui sont autant d'occasions de matérialiser les progrès du béton et plus largement de la filière, désireuse d'élargir le champ d'intervention du matériau.

Ce développement est d'abord à mettre au compte du progrès technique, stimulé par la recherche, notamment sur les moyens d'optimiser la composition des

bétons et, bien évidemment, sur de nouveaux adjuvants. Ce sont ces adjuvants, en effet, qui vont permettre l'apparition de bétons aux performances sans cesse améliorées, jusqu'aux bétons spéciaux qui sont aujourd'hui offerts à l'imagination des architectes et au talent des entreprises.

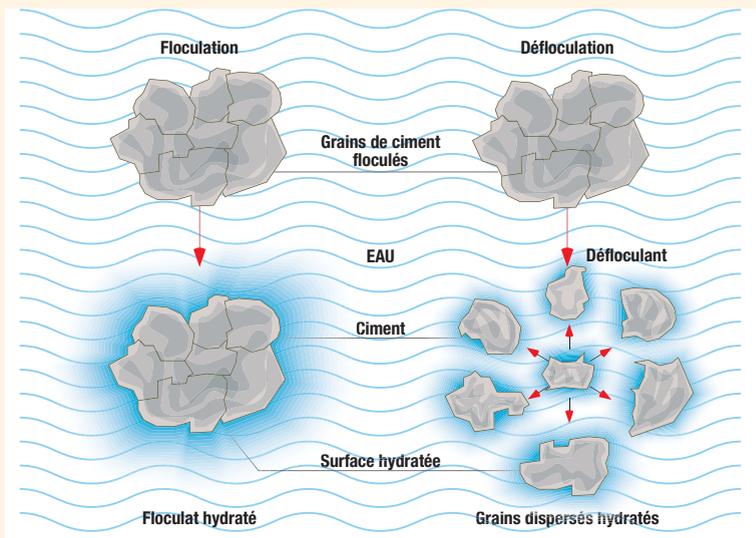
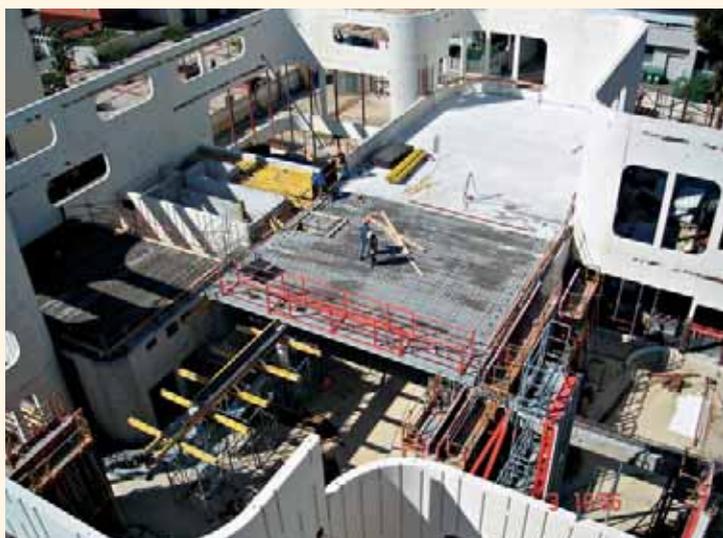
Évolution des besoins

Les bétons évoluent, la construction aussi. Cause ou conséquence du progrès des matériaux, la créativité architecturale s'est considérablement élargie et les maîtres d'œuvre d'aujourd'hui rivalisent d'inventivité, donnant lieu à des bâtiments toujours plus hauts, aux portées toujours plus impressionnantes, aux qualités

esthétiques toujours plus remarquables. Le béton a largement contribué à cet élargissement du "faisceau des possibles". Ses qualités propres, on le sait, lui permettent de répondre à toutes les exigences liées à l'ouvrage lui-même : sécurité, stabilité, inertie thermique, tenue au feu, acoustique, esthétique, etc. Matériau plastique, presque liquide sous ses formes les plus récentes comme le béton autoplaçant, il épouse aujourd'hui les formes les plus diverses. Plus largement, le béton est un matériau d'une grande souplesse, qui sait adapter ses qualités et ses performances aux besoins spécifiques du projet. Ici l'on privilégiera les performances mécaniques, avec des bétons dits "hautes performances", là les qualités de parement ou l'inertie thermique. Le défi relevé de nos jours est de parvenir à élever le niveau global de ces qualités spécifiques : les nouveaux bétons offrent tout ensemble des résistances mécaniques exceptionnelles, un aspect de surface remarquable, et une plus grande facilité de mise en œuvre.

Évolution des réponses du béton

La mise en œuvre, tel est l'autre grand enjeu de la construction contemporaine. Un chantier de bâtiment d'aujourd'hui ne se compare pas à un chantier tel qu'il



>>> Le gain de temps sur le chantier et la facilité accrue dans la mise en œuvre sont deux arguments qui plaident pour le développement des nouveaux bétons sur les chantiers de construction.

>>> **Principe de défloculation :** en s'opposant à la floculation (agglomération) des grains de ciment, les superplastifiants améliorent l'hydratation du matériau et réduisent ainsi les besoins en eau de gâchage.



>>> L'étape du chantier est l'occasion de mettre en valeur les qualités plastiques de certains bétons modernes, dont le caractère liquide et donc "pompable" permet un acheminement facilité sur le lieu de coulage proprement dit. Une succession d'opérations manuelles fastidieuses est ainsi économisée.

était mené dans les années 50. La problématique du développement durable est passée par là, faisant la chasse aux nuisances, au gâchis de matériaux et de ressources naturelles. Là encore, le béton fait la preuve de ses qualités intrinsèques et de sa capacité à évoluer parallèlement aux contraintes des maîtres d'œuvre et des entreprises.

Les progrès observés dans l'adjuvantation, qui permettent un meilleur contrôle des mécanismes d'hydratation des composants du ciment (et notamment du mécanisme de "défloculation"), ont réduit de façon significative la quantité d'eau nécessaire à l'hydratation du matériau. Une ressource est ainsi économisée. En parallèle, les performances du béton sont améliorées et la peine des hommes est réduite. Plus liquide que jamais, le béton peut être mis en œuvre par des procédés for-

tement mécanisés qui soulagent les compagnons et contribuent même à réduire les risques en éliminant certaines tâches dangereuses.

La vitesse d'exécution des chantiers, préoccupation majeure des maîtres d'ouvrage depuis les années 80, profite elle aussi de ces atouts. Le coût de la construction s'en trouve réduit d'autant, absorbant ainsi la dépense additionnelle inhérente à l'utilisation de bétons à fort contenu technologique. Et dans un contexte où le recrutement d'une main-d'œuvre qualifiée se fait de plus en plus problématique, la capacité du matériau béton à se mettre en place par lui-même, avec un fini impeccable même sans intervention manuelle, est un argument qui achèvera de convaincre l'architecte et, à travers lui, le maître d'ouvrage. ■

TEXTE : PHILIPPE FRANÇOIS

Définitions

Les adjuvants

Les adjuvants sont entrés dans la composition des bétons il y a déjà plusieurs décennies. Incorporés dans les bétons et le mortier à faible dose, ils modifient leurs caractéristiques à l'état frais et/ou à l'état durci. Les effets recherchés touchent principalement l'ouvrabilité du béton frais et la modification de la cinétique de prise et/ou de durcissement. Exemples : réducteur d'eau-plastifiant (augmentation des résistances mécaniques à ouvrabilité égale) ; superplastifiant (accroissement sensible de l'ouvrabilité et réduction de la teneur en eau) ; accélérateur de prise, de durcissement ; retardateur de prise ; entraîneur d'air (amélioration de la résistance au gel du béton durci grâce à des microbulles) ; hydrofuge de masse, rétenteur d'eau (réduction du ressuage).

Daniel Devillebichot, Directeur technique EGF-BTP

Comment résumeriez-vous les avancées du matériau béton ?

Daniel Devillebichot : Longtemps on a vibré les bétons, sans être toujours sûr de l'efficacité du procédé. Les BAP mettent fin à la vibration. On gagne ainsi en bruit, entre autres nuisances. Preuve de l'intérêt "industriel" du matériau, on estime que 60 % des éléments préfabriqués de nos jours sont en BAP. Sur les chantiers, la proportion atteint déjà 10 à 15 % et ce chiffre s'accroît régulièrement. Liquides, ces bétons vont aussi partout : les coffrages les plus tourmentés leur sont accessibles sans difficulté. Corollaire, le BAP permet de bétonner d'un seul tenant des ouvrages aux formes complexes. La main-d'œuvre est moins sollicitée sur le plan de la santé. Le bruit, les vibrations, ne sont plus la règle pour les compagnons... ni pour les riverains des chantiers.

La sécurité y a aussi gagné...

D. D. : La sécurité s'est accrue avec l'avènement des BAP. Fluide, le matériau peut être pompé et acheminé sur de longues distances, ce qui permet d'éliminer beaucoup de manipulations entre le camion toupie et le coffrage proprement dit. Je dirais que le BAP est dans l'ensemble un matériau plus rigoureux. On est parvenu à un béton "idéal", qui matérialise un rêve que les maîtres d'œuvre n'auraient pas osé formuler il y a quelques dizaines d'années. Cette mutation, nous la devons avant tout à la chimie. Les connaissances acquises en matière de défloculation des grains de ciment autorisent maintenant des mortiers sans grumeaux. De même, la théorie des empilements granulaires a permis la modélisation d'une granulation plus compacte, clé d'une résistance mécanique accrue pour

les bétons. Bref, les bétons modernes ont franchi un pas décisif dans tous les domaines : mise en œuvre, compacité, résistance et durabilité.

Les BHP en sont aussi l'illustration...

D. D. : L'intérêt des BHP est d'autoriser des éléments de plus faible section à résistance égale. Sur une tour, le gain en surface n'est pas négligeable. D'autant que l'on peut standardiser les coffrages : vu la résistance du matériau, les poteaux peuvent être d'une section égale à tous les niveaux du bâtiment. Le BHP permet aussi de réduire la section des ouvrages horizontaux – les poutres par exemple – reprenant des charges importantes. Le poids, qui était parfois un inconvénient du béton, n'en est plus un. Quant au prix, le matériau est effectivement plus cher, mais on en utilise moins... ■

→ Bétons hautes performances

L'exception au quotidien

Apparus dans les années 80, les bétons hautes performances (BHP) n'intéressent pas seulement l'ingénieur en quête de résistances exceptionnelles. Les qualités d'aspect et de durabilité séduisent également l'architecte, à qui le matériau propose de valoriser le geste créateur et de contribuer à réduire le coût de l'entretien.

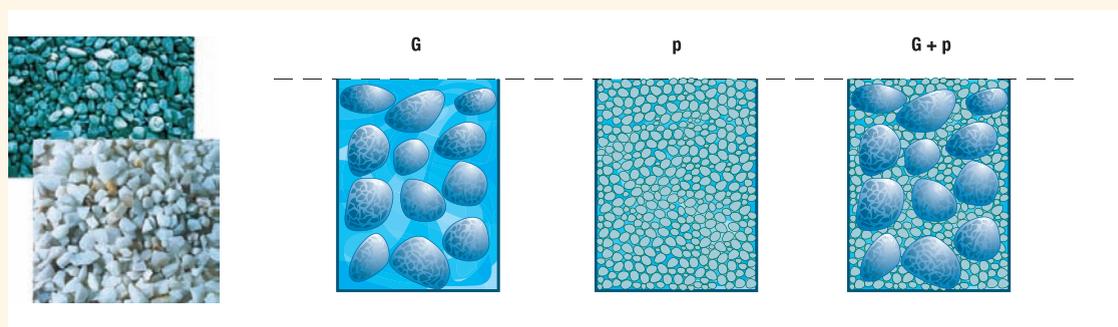
Réponse aux besoins des maîtres d'ouvrage en matière de gestion dite durable du patrimoine ; réponse aux nécessités des gestionnaires d'ouvrages, désireux de limiter les coûts de maintenance et de réparation ; réponse aux exigences techniques et esthétiques des ingénieurs et des architectes... Les recherches sur l'amélioration des résistances mécaniques ont abouti, dans les années 80, à la mise au point de bétons à "hautes performances" (BHP). Ces bétons, très fermes, présentent des propriétés mécaniques – résistance à la compression, résistance au très jeune âge, résistance à la fissuration, etc. – très sensiblement améliorées par rapport à un béton conventionnel. Extrêmement compacts, ils sont donc appréciés pour leur résistance élevée à court terme comme à long terme, mais aussi pour leur durabilité exceptionnelle.

les atouts

- Résistance élevée en compression
- Fluage réduit
- Fissuration réduite
- Durabilité

Quelques données quantitatives comparées

Résistance en compression (en MPa)	C 30/37	C 45/55	C 60/75	C 60/75 (fumées de silice)	C 80/95 (fumées de silice)
1 jour	14	19	30	36	43
7 jours	34	45	66	68	74



Fabrice Mathé

>>> Empilement granulaire. Un mélange optimal des grains constitutifs du béton permet d'obtenir une porosité minimale du squelette granulaire, sur la base, généralement, de quatre tailles de grains pour une compacité maximale. L'ajout de particules ultrafines (fumées de silice, par exemple) accroît encore la compacité du mélange.

Les BHP se définissent par une double caractéristique : une résistance à la compression à 28 jours supérieure à 60 MPa et un rapport eau efficace/liant équivalent inférieur à 0,4. Cette performance tient d'abord à la réduction de la quantité d'eau utilisée grâce à l'ajout de superplastifiants. Les superplastifiants s'opposent au phénomène de floculation des grains de ciment en suspension dans l'eau, ce qui augmente leur réactivité, facteur de résistance à court terme. À consistance égale, le besoin en eau diminue d'environ 30 % par rapport à un béton usuel. L'autre caractéristique des BHP tient à l'optimisation de la réparti-

tion granulométrique des constituants. Les performances du béton étant fonction de la porosité du béton durci (pourcentage de vides), l'objectif est d'optimiser la formulation pour réduire la porosité de la matrice cimentaire et d'optimiser le squelette granulaire. Cette optimisation peut s'accompagner d'une plus grande fluidité qui facilite la mise en œuvre.

Résistance et durabilité

Du fait de cette porosité extrêmement réduite, les BHP se montrent aussi plus résistants aux agents agressifs et présentent, d'une façon générale, une durabi-

lité accrue. Ils visent donc en premier lieu des ouvrages soumis à des contraintes élevées ou subissant un environnement particulièrement agressif (climat rigoureux, attaques acides, etc.).

Mais le label "hautes performances" intéresse également l'exécution du chantier lui-même. Les BHP y avancent encore des arguments clés, avec notamment des propriétés remarquables à l'état frais, auxquelles s'ajoutent des performances très élevées aux jeunes âges, ce qui permet par exemple d'accélérer les cadences de fabrication en usine ou sur chantier. ■



→ Mégapoutre structurelle

Achévé en 1997, l'immeuble de l'Agence Française du Développement est une belle démonstration de l'intérêt des BHP dans la construction de bâtiments aux dimensions "classiques". L'édifice, signé – entre autres – de l'architecte Christian Hauvette, se déve-

loppe le long des voies de la gare de Lyon, dans le 12^e arrondissement de Paris. Il comprend quatre niveaux d'infrastructure et sept niveaux de superstructure, pour une surface totale de 38 000 m². Côté voies, cinq "redents" largement vitrés (une évocation des cinq continents) éclairent l'ensemble des bureaux en premier jour. Côté mail, la façade se fait plus linéaire, rythmée

seulement par les failles de lumière. Plus classique en apparence, cette façade laisse apparaître l'étonnante structure du bâtiment, où l'essentiel des charges des six niveaux de superstructure sont reprises par le plancher du premier étage, le plancher haut du rez-de-chaussée étant lui-même suspendu à celui du premier niveau.

Clé de voûte de cette structure, le plancher du premier étage est suspendu par des tirants métalliques à une "mégapoutre" de 230 t située au dernier niveau du bâtiment. "Cette poutre, qui ne repose que sur des poteaux, fait logiquement appel à du BHP, détaille Christian Griffault, directeur technique de Bouygues Bâtiment Ile-de-France, en

charge de la réalisation de l'ouvrage. Elle démontre au passage que le BHP peut aussi être utilisé pour satisfaire à une option architecturale particulière, hors du champ des grandes tours." ■

PHOTOS : BOUYGUES BÂTIMENT IDF

fiche technique

Maîtrise d'ouvrage : Agence Française de Développement

Maîtrise d'œuvre : Christian Hauvette – Arnaud Bical, Laurent Courcier, Rémi Martinelli, architectes

Entreprise : Bouygues Bâtiment IdF

Délai d'exécution : 21 mois

Christian Griffault, Directeur technique Bouygues Bâtiment IDF

Quel est, à vos yeux, le champ d'utilisation des BHP ?

Christian Griffault : C'est bien sûr celui des ouvrages soumis à de fortes contraintes, notamment les tours. Dans le logement, les BHP ne sont pas une hypothèse de base, mais ce n'est pas le cas dans un immeuble de bureaux. On y trouve fréquemment des poteaux de façade reprenant des charges lourdes. Qui plus est, ces poteaux ont souvent des qualités architectoniques. Et l'architecte peut désirer un obstacle le plus fin possible, pour deux raisons : le gain en luminosité et le gain en surface. Il appréciera

également le "fini" des poteaux en BHP. Du fait de leurs qualités de résistance en compression, c'est dans les éléments verticaux que l'emploi des BHP sera le plus pertinent.

Que diriez-vous de la maîtrise du BHP chez les acteurs de la construction ?

C. G. : Les BHP sont aujourd'hui bien connus. Leur formulation est maîtrisée, et la production est d'une qualité constante quel que soit le fournisseur. La principale difficulté vient de ce qu'ils sont plus coûteux que les bétons classiques. L'utilisation d'un BHP doit donc être motivée technique-

ment. L'utiliser pour un plancher, qui travaille en flexion, n'aurait pas de sens. Il convient également de prendre garde à la tentation de réduire excessivement la section des poteaux du fait du risque de flambement. Mais des réductions significatives restent possibles dans un bâtiment de dimensions moyennes. C'est le cas de l'immeuble de l'Agence Française du Développement [cf. supra], un bâtiment de sept étages situé près de la gare de Lyon à Paris. Il s'agit là d'un objet structurel atypique, où l'ensemble de la structure est suspendu à une poutre en tête de bâtiment qui ne repose que sur des poteaux. Cette poutre est évidemment en BHP. Cet exemple montre que le BHP peut répondre à un parti pris architectural spécifique, dans les limites d'une hauteur courante.

Quel est votre regard de constructeur sur la durabilité des BHP ?

C. G. : Nous ne disposons pas encore d'un recul suffisant pour apprécier le gain en durabilité de façon exhaustive. Mais la composition de la matière, plus "serrée" que celle d'un béton ordinaire, garantit une perméabilité à l'eau et aux ions réduite, donc une résistance améliorée aux agressions extérieures. Et pour les fondations en sol agressif, on utilisera des bétons spéciaux avec incorporation de fumées de silice, qui augmenteront encore la résistance du matériau. Ces facteurs additionnés laissent augurer d'une augmentation significative de la durabilité. Notons encore que, grâce à l'adjuvantation, ces qualités ne s'obtiennent pas au détriment de la facilité de mise en œuvre. ■

→ Bétons autoplaçants

Mise en œuvre simplifiée

Il aura fallu dix années seulement aux bétons autoplaçants pour convaincre les architectes de leurs multiples qualités. Qualités de mise en œuvre et qualités d'aspect, fluidité du matériau qui autorise une finesse de parement exceptionnelle : les BAP sont promis à une généralisation progressive sur les chantiers et en usine.

Les raisons d'aspirer à des progrès significatifs dans la mise en œuvre du béton sur chantier sont multiples. On pense d'abord à la suppression des opérations coûteuses en main-d'œuvre (vibration, tirage à la règle, ragréage, etc.), à l'allongement des temps d'ouvrabilité, à l'amélioration de la qualité esthétique des parements, à la réduction de la pénibilité des tâches, à l'augmentation des cadences de production. L'expertise acquise en matière de BHP et de super-plastifiants – des adjuvants destinés à augmenter la dispersion des grains de ciment et des composants du béton – a permis d'aboutir à des bétons dits autoplaçants, qui permettent de répondre à toutes ces attentes. Ces bétons se distinguent par une grande homogénéité et par une extrême fluidité, sans impact sur les qualités mécaniques du béton, comparables à celles d'un béton traditionnel.

les atouts

- Mise en place aisée
- Parfait enrobage des armatures
- Nuisances de chantier réduites
- Qualité de parement exceptionnelle

Dix ans de réalisations

En France, les premières applications des bétons autoplaçants remontent au milieu des années 90. Depuis, de nombreux chantiers ont permis de vérifier leurs performances. Les caractéristiques des BAP autorisent des cheminements horizontaux importants. Ils peuvent être mis en œuvre par pompage, technique plus rapide que l'acheminement classique.

En contrepartie, la fluidité du BAP exige des coffrages parfaitement étanches et résistants. Des précautions particulières seront donc prises pour les coffrages de grande hauteur. En usage courant (jusqu'à 2,8 m de hauteur), les pressions de part et d'autre des ouvertures feront l'objet d'un équilibrage attentif. Très fluides, les BAP se mettent en place sans vibration, le serrage s'effectuant sous le simple effet de la gravité. Le volume des coffrages se remplit facilement malgré les obstacles. En toute logique, les domaines

d'utilisation privilégiés des BAP sont les ouvrages présentant une densité d'armatures importante, une géométrie complexe, un accès difficile, des voiles minces de grande hauteur, des voiles complexes avec de nombreuses réservations.

L'atout essentiel des BAP tient à la mise en œuvre sans vibration, qui génère une chaîne d'avantages : réduction des délais, amélioration de la productivité, réduction de la quantité nécessaire en matériel de levage, bétonnage aisé pour les pièces de grande hauteur ou fortement armées, réduction de la pénibilité du chantier.

Nuisances réduites pour les riverains

Ces qualités de mise en œuvre seront particulièrement pertinentes dans le cas des chantiers ou des usines de préfabrication situés en zone urbaine, où les nuisances sonores sont peu appréciées. La disparition des aiguilles vibrantes ou des

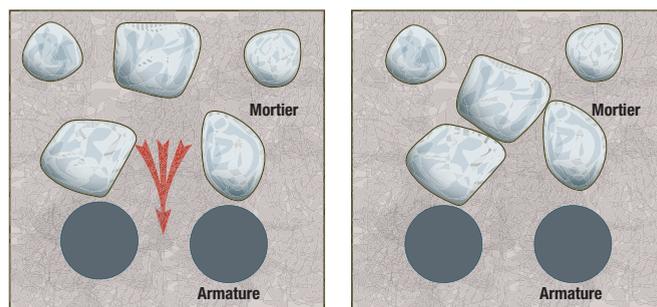
vibrateurs, source de bruit et donc d'inconfort pour les riverains du chantier, constitue un progrès décisif.

Main-d'œuvre allégée

Les qualités plastiques du matériau frais permettent également de réduire les coûts de main-d'œuvre et de limiter les besoins en savoir-faire du fait d'une plus grande mécanisation du processus. La sécurité est également améliorée, en haut de coffrage notamment, où les manœuvres de bétonnage "à risque" sont supprimées.

Toute la gamme de résistances des bétons traditionnels peut être obtenue avec les BAP. Les mêmes prescriptions et règles de dimensionnement des structures en béton leur sont applicables, ce qui permet de les utiliser en lieu et place des bétons traditionnels, pour des caractéristiques mécaniques équivalentes et des ouvrages horizontaux aussi bien que verticaux : voiles, poteaux, piles, poutres, planchers, dalles, dallages, fondations, éléments de façade, etc.

Autre qualité des BAP et non des moindres : une qualité de parement accrue du fait de la fluidité, de la composition (éléments fins) et de la cohésion du matériau. Avec à la clé une finition très soignée, une absence de bullage, une netteté parfaite des arêtes et des chanfreins. La reproductibilité de l'aspect, la continuité des parements, et surtout le large éventail de l'offre, sont également à mettre au compte des BAP. ■



>>> **Phénomène de blocage des granulats.** Sans précaution ni formulation particulière, les granulats ont tendance à se bloquer au voisinage des armatures.



MÉDIATHÈQUE À CLAMART (94)

→ Qualité parfaite

Dix-sept mois, c'est le délai qui aura été nécessaire à la réalisation de la médiathèque de Clamart, immédiatement reconnaissable à ses angles arrondis. Pour l'entreprise, le BAP est un impératif fixé dès le départ, tout comme le schéma de calepinage. "Le choix du matériau nous a imposé une réflexion globale sur le mode opératoire et les outils employés", explique Vincent Gayte, ingénieur d'études chez

Bouygues Bâtiment IDF. Des banches de grandes dimensions étaient nécessaires pour coffrer les 13,5 m de hauteur en une seule coulée, les banches courbes étant quant à elles adaptées d'un modèle existant. La réalisation des cannelures dans les voiles a aussi exigé un soin attentif. Au stade de la mise en œuvre, il a fallu tenir compte des spécificités du BAP et surtout de sa fluidité. "Des outils de mesure de la pression ont été installés en pied de coffrage pour interrompre le coulage en cas de surpression", détaille Vincent

Gayte. Au final, l'entreprise comme le maître d'ouvrage se félicitent de la qualité d'exécution de ce béton si beau qu'il en restera brut. ■

PHOTOS : DR

fiche technique

Maître d'ouvrage : ville de Clamart

Maîtrise d'œuvre : Périphériques Architectes

Entreprise : Bouygues Bâtiment Ile-de-France, "ouvrages publics"

Technique

La préfabrication, débouché "naturel" du BAP

Les BAP sont utilisés en préfabrication depuis plusieurs années. La gamme des produits est large et s'étend du bâtiment à l'assainissement en passant par le génie civil.

"Dans tous les cas, le BAP apporte une réduction significative des nuisances sonores et une amélioration sensible des conditions de travail, associées à un accroissement de la productivité du fait de l'allègement des tâches manuelles", explique Patrick Rougeaud, directeur de la division Matériaux du CERIB. Le fini du parement est un autre argument majeur. Précisons que la filière a dû investir en matériel pour réguler précisément la teneur en eau du BAP, clé d'une composition rigoureuse.



MUSÉE WÜRTH À ERSTEIN (67)

→ Coffrage record

Ce chantier, débuté en mai 2006, sera livré à la fin de l'année 2007. Il résulte de l'initiative d'un collectionneur privé, la société Würth, qui voulait ouvrir à Erstein, non loin de Strasbourg où se trouve son siège français, son treizième musée dans le monde. Il s'agit en l'occurrence du musée Würth-France. Le projet s'étend sur 3 000 m² et le programme comprend bien sûr des salles d'exposition, complétées d'une salle de musique.

"Nous avons travaillé avec Bicker, une entreprise de la région, détaille Clément Vergély, de l'agence Aureas. C'est elle qui a préconisé un béton autoplaçant avec des voiles de béton de 15 m de hauteur coulés en une seule fois." L'événement, rendu possible grâce à des banches toute hauteur soigneusement conçues et ajustées, est

une première en France. Le dimensionnement sur mesure des panneaux a d'ailleurs été associé à un patient travail de recherche quant au calepinage. L'agence d'architecture dit avoir apprécié l'argument de la coulée sans reprise, qui a permis une homogénéité parfaite de la paroi et des embrasures de baies très lisses, dont les découpes à arêtes vives sont valorisées par un matériau qui remplit parfaitement les coffrages. Preuve supplémentaire de ses qualités, le béton sera laissé brut au terme du chantier... ■

PHOTOS : DR

fiche technique

Maîtrise d'ouvrage : Fondation Würth

Maîtrise d'œuvre : Aureas

Programme : musée et salle de musique

Entreprise : Bicker





VESTIAIRE DU STADE DES MALASSIS
À BAGNOLET (93)

→ Future réussite

Attendant au stade des Malassis existant, ce petit équipement se compose de deux bâtiments : un bâtiment "exploitation" (stockage, infirmerie, toilettes) et un bâtiment fonctionnel (vestiaires, accueil, bureaux, loge du gardien). Malgré les faibles proportions et la relative simplicité du chantier, l'ar-

chitecte Alain Aubert a proposé à la mairie un béton autoplaçant. Les qualités de parement ont immédiatement séduit le maître d'ouvrage, conscient que le surcoût initial du BAP serait compensé, à l'avenir, par des coûts d'entretien réduits. Pour l'entreprise Domatech, partenaire clé de cette opération, le BAP était une première qui justifiait l'acquisition de coffrages spécialement étudiés. Le calepinage des joints a d'ailleurs été calculé conjointement par l'entre-

preneur et par l'architecte, en fonction des outils coffrants et des trous de banches. "Ce chantier de gros œuvre, achevé en avril, est une réussite, estime Alain Aubert. J'avais expérimenté le BAP sur un autre chantier, mais celui-ci avait la taille idéale pour un second essai." Le BAP, dont la peau parfaite contraste avec l'aspect plus rugueux du béton des fondations, ne recevra au final qu'une lasure de protection. ■

PHOTOS : PHILIPPE FRANÇOIS

fiche technique

Maître d'ouvrage : ville de Bagnolet

Maîtrise d'œuvre : Alain Aubert architecte

Entreprise : Domatech

3 questions à Gilles Béguin, Architecte

Quelle est l'"expérience" de l'agence Béguin & Macchini en matière de BAP ?

Gilles Béguin : L'occasion nous a été donnée de préconiser du béton autoplaçant pour des corniches d'ouvrages d'art. Mais l'expérience montre que le bâtiment est la vraie terre d'élection de ces nouveaux bétons, où leurs qualités sont particulièrement pertinentes. Le béton brut, par exemple, peut susciter des réserves chez certains maîtres d'ouvrage. À ces clients réticents face à l'aspect "rugueux" du matériau, le BAP apportera une qualité de peau particulièrement fine qui rassurera. D'autant que plusieurs années après la mise en œuvre, le fini reste impeccable, à condition bien sûr de soigner le parement.

« Les architectes doivent avoir un rôle militant auprès des maîtres d'ouvrage. Ils doivent être amoureux du béton. »

Que pensez-vous de la maîtrise du matériau par les architectes ?

G. B. : Je serais tenté de dire que le BAP est encore une affaire d'initiative. Il faut que l'entreprise ait compris l'intérêt qu'il y a à utiliser ce matériau, pour le chantier mais aussi pour elle-même. Il est clair, encore une fois, que le choix du béton brut par le maître d'ouvrage fait avancer les choses : si l'entreprise veut le mettre en œuvre dans les meilleures conditions, elle a intérêt à opter pour un béton autoplaçant qui va garantir une qualité de parement impeccable. En revanche, l'étanchéité du moule demandera beaucoup de soin dans des délais qui seront déjà très serrés. Quoi qu'il en soit, le BAP apporte un plus en matière d'aspect de surface et de pérennité.

Les BAP seront-ils amenés à se développer dans l'avenir ?

G. B. : Je pense que le BAP entre peu à peu dans les mœurs. Ses perspectives pourraient d'ailleurs s'élargir de façon significative avec la généralisation des rupteurs de ponts thermiques, où la capacité d'enrobage des BAP sera un atout supplémentaire. Aujourd'hui plus que jamais, il faut être très rigoureux dans l'intervention, ce que permet précisément le BAP. Le coût reste encore un obstacle, mais moins que le manque d'information. Il faut aussi que les ingénieurs BET accompagnent le mouvement. Incontestablement, les architectes ont un rôle déclencheur. Il faut qu'ils soient amoureux du béton, qu'ils soient militants auprès des maîtres d'ouvrage. Les visites de chantiers, en l'occurrence, sont décisives... ■



Architecture de haute précision

>>> L'ÉLÉGANCE DU NOUVEAU COLLÈGE DE SAVIGNY-LE-TEMPLE TIENT CERTAINEMENT À LA FINESSE DE SON ÉCRITURE ARCHITECTURALE ET DE SES TRACÉS. IL EST VRAI QUE SON ARCHITECTE, EMMANUELLE COLBOC, AIME À SOULIGNER LES LIGNES CONSTRUCTIVES DE SES OUVRAGES ET LEUR RELATION AVEC L'ENVIRONNEMENT. ELLE EST ÉGALEMENT SENSIBLE AUX ARGUMENTS DU BÉTON, QU'ELLE UTILISE SOUS TOUS SES ASPECTS. À LA CLÉ, UNE MÊME ARCHITECTURE SENSIBLE, À L'ÉCHELLE DES USAGERS, QU'ELLE POURSUIT DEPUIS PLUSIEURS ANNÉES, TOUT EN Y INTÉGRANT LES CONTRAINTES MODERNES LIÉES À LA NOUVELLE RÉGLEMENTATION THERMIQUE.



1



2

On n'est pas encore à la campagne mais déjà à la limite de la ville. Situé dans l'emprise de l'agglomération nouvelle de Sénart, le collège Louis-Armand accompagne la voie structurante d'un quartier pavillonnaire récent. Implanté le long d'une double allée de marronniers, l'équipement ouvre, à l'est, sur un verger. Un site classé, qui marque bien l'identité des lieux.

Perspective... dénaturée

Sur la rue, l'espace végétal laissé libre entre le collège et l'avenue Charles-de-Gaulle permet de gérer les accès et les

fonctions d'accueil de l'équipement : parvis, abris à vélos, loge du gardien, etc. Côté cour, les bâtiments devaient ouvrir sur un vaste espace naturel assurant la suture entre les différents pôles urbanisés de l'agglomération. "Devaient ouvrir", car depuis lors, deux halls de tennis occupent ce lieu fortement fréquenté par les habitants de la ville. Emmanuelle Colboc en conserve une certaine amertume : "Il y a un manque de pertinence dans le choix d'implantation de ces volumes. Cela dénature le cahier des charges du concours et le parti architectural sur lequel était fondé le choix du jury en 2002." Malgré le contre-projet qu'elle a, entre-

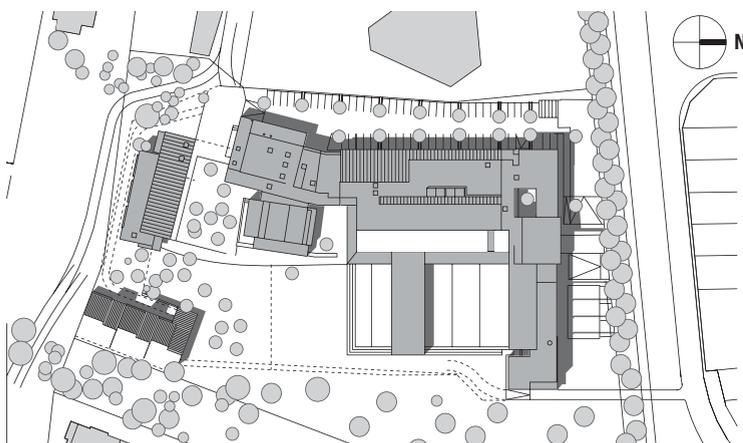
>>> 1 Passé la grille, un parvis en béton désactivé accompagne les usagers vers le hall. 2 Le bâtiment impressionne par la clarté de sa composition et la richesse de ses espaces structurés par des aplats de béton enduit, des lignes de béton désactivé et des ensembles maçonnés. 3 Loin de toute écriture monumentale mais dans le droit fil de l'inspiration moderniste, le bâtiment passe de l'échelle urbaine de l'équipement à celle, plus domestique, des intérieurs. 4 Les sols extérieurs sont marqués par des circulations en béton désactivé, des emmarchements en béton brut et des banquettes en béton lissé.

temps, proposé à la commune, le dommage n'a pu être évité. Et le cadrage de la vue vers la ferme, que l'on devait apercevoir depuis la cour du collège, n'est plus qu'un regret...

Reste le bâtiment. Magnifique, structuré par de longues lignes de béton enduit, des aplats de béton désactivé et des ensembles maçonnés, il impressionne par la clarté de sa composition et la richesse de ses espaces extérieurs.

par les espaces de jeux et de sport. Le sol, nappé d'enrobé, est marqué par les circulations traitées en béton désactivé. De vastes emmarchements et des banquettes de repos en béton lissé complètent le design et l'organisation des espaces extérieurs.

Critique vis-à-vis "des espaces trop distendus de certains établissements", Emmanuelle Colboc a fondé l'élaboration de son projet sur la recherche de la convivialité. Elle a de ce fait proposé des lieux multiples et chaleureux qui restent faciles à surveiller. Loin de toute écriture monumentale, son architecture passe, via des figures architecturales variées, de l'échelle urbaine de l'équipement à celle, quasi domestique, des intérieurs. Ce processus est dicté par des références architecturales au mouvement moderne, pour lequel le maître d'œuvre affirme sa passion. Emmanuelle Colboc avoue ainsi son goût pour Alvar Aalto, "le sensible, le sensuel, dont les imper-



>>> Plan de masse. Le bâtiment s'organise en L et protège la cour de la rue.

La cour, "centre de vie" du programme

L'ensemble des locaux est installé dans un bâtiment à R+1 suivant un plan en L. Au cœur de cette équerre, les espaces récréatifs sont partagés par un préau traversant. Une première cour, située dans la continuité directe du hall d'entrée, compose le "centre de vie" du programme. Au sud, l'espace glisse sous le préau pour se prolonger, en contrebas,



3



4

fections rendent l'espace habité", et Le Corbusier, "qui symbolise l'émotion spatiale dans toute sa pureté".

L'établissement, qui a terme pourra recevoir 800 élèves, s'organise suivant une succession de séquences clairement identifiables. Passé la grille, un parvis incliné, surplombé par la grande baie vitrée du centre de documentation et

d'information (CDI), accompagne le visiteur vers le hall. Sur la gauche se développe le secteur de la vie scolaire, complété par deux salles d'arts plastiques. Sur la droite, un patio végétal à ciel ouvert dessert l'administration et, à l'étage, les locaux des professeurs.

Les salles de cours sont disposées dans l'aile est-ouest, de part et d'autre de la

circulation qui mène jusqu'au restaurant. Ce dernier, implanté légèrement en biais, le long d'une cour ombragée, dirige la circulation vers un bâtiment autonome situé au sud du terrain. Cet immeuble, aujourd'hui accessible depuis le collège, a été conçu de manière à anticiper la baisse démographique envisagée pour les années futures. Voilà pour

quoi son plan prévoit une certaine réversibilité dans sa conception, et une entrée séparée de celle du collège. Les circulations du rez-de-chaussée et de l'étage desservent chacune six classes. Là encore, c'est un travail sur la proportion et le dessin des façades qui évite tout aspect systématique à un programme très répétitif (douze classes banalisées).

Entretien

AVEC EMMANUELLE COLBOC, *architecte*

« Les projets actuels tendent à oublier les notions de proportion et de relation aux usagers »

Comment abordez-vous les contraintes formelles engendrées par les nouvelles exigences environnementales ?

Emmanuelle Colboc : Le succès des démarches de type HQE® traduit une demande de la société, et l'on ne peut que se réjouir de les voir se développer. Ce qui est plus problématique, c'est la propension des donneurs d'ordre à étoffer les programmes avec des attentes de plus en plus importantes sans forcément en tenir compte dans les budgets qu'ils proposent. Il est certain qu'en termes de coût global, on peut projeter un bilan positif pour ces opérations grâce aux économies de fonctionnement et d'exploitation. Le recours à

des produits, à des matériaux et à des techniques de mise en œuvre plus performants à cependant un coût... que l'on demande trop souvent aux architectes d'absorber dans la conception générale des bâtiments !

Parmi les performances recherchées, les aspects thermiques semblent avoir une incidence importante...

E. C. : Effectivement. La réponse qui tend à se généraliser aujourd'hui dans les concours et les réalisations est celle d'une architecture de "mise en boîte". Cela veut dire que les édifices n'ont plus pour objet que de remplir au maximum le propect et le gabarit autorisé, tout en

recherchant une compacité maximale. Ces réponses produisent des édifices présentant des rapports au sol gigantesques, où les notions de proportion et de relation aux usagers au sens classique tendent à disparaître.

Le recours à l'isolation par l'extérieur va aussi dans ce sens. Comment traitez-vous cette question, vous qui aimez l'expression des matériaux ?

E. C. : Je ne vous cacherai pas que cela est perturbant. Sous prétexte de limiter les points de faiblesse, on en arrive à systématiser les réponses de type "murs percés", oubliant ainsi la question de

l'épaisseur, de l'usage et de l'échelle urbaine de la façade. Pour ce qui me concerne, j'y trouve cependant deux intérêts formels. D'une part, parallèlement à ce durcissement, les fabricants développent des vêtements de qualité. Ces produits, qui présentent un potentiel à la fois technique et plastique, permettent de continuer à travailler sur l'épaisseur (traitement des tableaux de fenêtre, des retraits, des sous-faces, etc.). D'autre part, le passage à l'isolation par l'extérieur permet l'exposition du béton brut en intérieur. Et, au regard des qualités d'aspect du matériau, cela nous offre un réel potentiel d'expression plastique. ■



À proximité, trois logements de fonction, dissimulés derrière un haut mur de pierres, traitent le "fond de perspective" de l'établissement.

Le projet est réalisé en béton, suivant des technologies aujourd'hui éprouvées qui assurent une bonne économie générale et une parfaite durabilité. Il est structuré par un système classique de refends et de planchers coulés en place.

Cadres et portiques

Les éléments de cette trame constructive donnent rythme et épaisseur aux élévations. L'expression des épaisseurs d'acrotère et des verticales des voiles de refend définit une architecture de cadres et de portiques qui marque l'échelle des salles de classe. À l'intérieur de ces cadres, les façades sont découpées horizontalement par des bandeaux vitrés et des

allèges en béton préfabriqué de la largeur de chaque classe. Seul le restaurant fait appel à une technologie plus spectaculaire. Ce grand espace est couvert par des éléments de toiture suspendus à des poutres retroussées en béton d'environ 15 m de portée, entre lesquelles sont dissimulés les édifices techniques de la cuisine. Le plafond paraît ainsi parfaitement rectiligne. Des transparences et des entrées de lumière sont par ailleurs aménagées le long du mur de la cuisine.

Le bâtiment combine quatre types de finitions. Les éléments structurels, coulés en place, sont en béton enduit. Les panneaux d'allège préfabriqués et certains sols sont en béton désactivé. Des éléments secondaires en béton brut accompagnent les espaces extérieurs (préau, emmarchements). Enfin, certains murs extérieurs, doublés de murs en pierres pleines, participent de l'insertion du bâti-

ment dans son contexte semi-rural. Ce doublage est réalisé avec des moellons de granit doré. Épaisseurs de 15 cm, les maçonneries sont solidarifiées aux murs porteurs en béton armé par des agrafes métalliques. Combinant le tracé du système constructif, la diversité des matériaux et les géométries propres au site, Emmanuelle Colboc compose de ce fait une architecture précise, dans laquelle les volumes et l'écriture des façades alternent pleins, vides, retraits et excroissances. Une écriture qu'elle poursuit depuis déjà plusieurs années et qu'elle adapte aujourd'hui à l'évolution des réglementations thermiques. ■

TEXTE : HERVÉ CIVIDINO

PHOTOS : OUVERTURE, 2, 3, 4 ET 6 : OLIVIER WOGENSCKY 1 ET 5 : JEAN-MARIE MONTHIERS

>>> 5 Le restaurant est couvert par une toiture suspendue à des poutres retroussées en béton. 6 Pièce maîtresse du programme, le hall, largement vitré, permet contrôle et distribution à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement.

>>> Les salles d'enseignement sont protégées de la cour de récréation par une coursive en béton brut abritant les casiers des élèves.



Maître d'ouvrage :
conseil général
de Seine-et-Marne

Maître d'œuvre :
Emmanuelle Colboc
architecte,
Vincent Chagniot
architecte assistant

BET économiste :
OTH paris

Entreprise générale :
Sicra

Coût :
8,3 M€ HT



Nouveau regard sur la mixité urbaine

>>> L'IMMEUBLE DE 51 LOGEMENTS RÉALISÉ PAR L'ARCHITECTE VINCENT CORNU À SAINT-JACQUES-DE-LA-LANDE

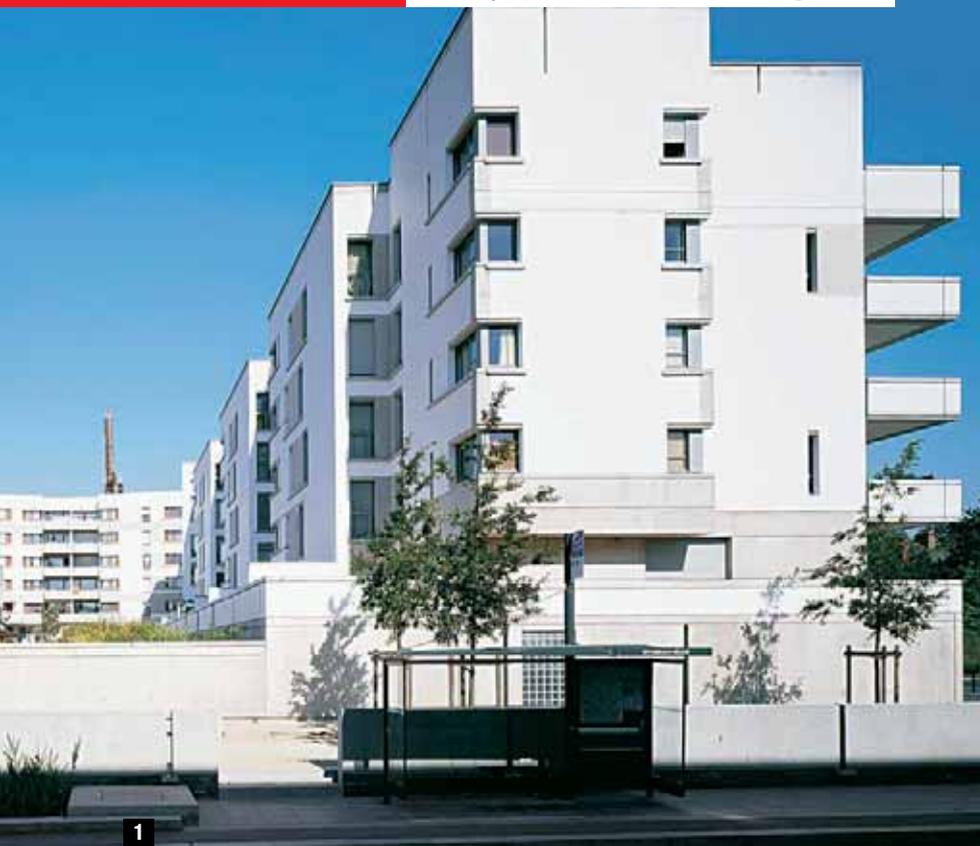
FAIT PARTIE D'UN VASTE ENSEMBLE, CONSTRUIT EN TROIS TRANCHES, QUI COMPREND ÉQUIPEMENTS PUBLICS

ET APPARTEMENTS. UNE VOLONTÉ DE DIFFÉRENCIATION, MAIS AUSSI D'UNITÉ ET DE MIXITÉ URBAINE, GOUVERNAIT

LE PROJET. EN FAÇADE, LE BÉTON BRUT ET LE BÉTON PEINT SE RÉPONDENT PAR DES ALTERNANCES, DES

ALIGNEMENTS, DES DÉCALAGES. À L'INTÉRIEUR, MAIS AUSSI À L'EXTÉRIEUR, LES FAÇADES PRINCIPALES, ORIENTÉES

NORD-SUD, ONT OFFERT À L'ARCHITECTE DE JOUER AVEC LA LUMIÈRE.



1



2

La troisième et dernière tranche de logements réalisée par l'architecte Vincent Cornu, au cœur du quartier de La Morinais, s'inscrit dans un plan général de la ville neuve de Saint-Jacques-de-la-Lande, élaboré par Jean-Pierre Pranas-Descours. *"Le tracé du centre-ville est issu de la rencontre d'un paysage spécifique et d'un modèle conceptuel de 'ville quadrillée', explique l'architecte. Le terme de 'structure paysagère' résume assez bien le caractère de cette trame urbaine. Partant du fait que la mixité n'est plus aujourd'hui un fait naturel, le projet pour le centre-ville en fait un acte volontaire de création urbaine. Cette mixité se traduit de diverses façons : mixité des logements collectifs, individuels groupés, individuels jumelés, et mixité entre logements et équipements."*

Un projet, deux maîtres d'ouvrage

De ce fait l'îlot généreux (100 x 120 m) attribué à Vincent Cornu comprenait-il, lors du concours, la construction de logements et de plusieurs équipements publics. Deux maîtres d'ouvrage se sont ainsi partagé l'aménagement de cette "portion" de ville : l'EPI (Équipement

public intégré) de Saint-Jacques-de-la-Lande, et l'OPAC 35. Au programme, une école de 17 classes, avec restaurant scolaire et bibliothèque, une crèche, un forum (comprenant des espaces d'exposition, des locaux pour les associations et des bureaux administratifs), une salle polyvalente, une école de musique... et 148 logements.

Différenciation et cohérence

Il s'agissait naturellement de marquer d'une écriture architecturale singulière chaque équipement, tout en maintenant une cohérence d'ensemble (par exemple dans le choix des matériaux – le béton est largement présent – et dans les gabarits), et en assurant un lien visuel et "circulatoire". L'architecte souhaitait en

effet structurer le programme pour que les équipements publics ne se "diluent" pas dans l'ensemble des constructions. Un système de rampes et de terrasses (on "marche sur les toits") autorise une appréhension directe de l'espace public, ménage des vues intimes et des perspectives sur les jardins et les cours, et permet une circulation assez pratique à l'intérieur de l'îlot. Chaque établissement, cependant, possède une entrée, clairement identifiable depuis la rue.

En fait, l'EPI s'insère au centre de l'îlot. Il est conçu comme un socle aux édifices de logements, alors que les immeubles forment une couronne sur son pourtour. *"L'organisation générale du plan s'est faite autour des vides, poursuit Vincent Cornu. La présence des cours et des jardins a guidé l'aménagement général, un*

grand U orienté vers l'ouest. Je voulais également établir un véritable lien entre le vide et le construit."

L'école est composée de volumes assez bas et évasés, dont les toitures à un pan en zinc se développent amplement, tels de larges plans inclinés, vers les cours de récréation. La bibliothèque, le forum en cylindre, l'école de musique, plus élevés, sont traités comme des signaux lisibles, affirmant chacun leur fonction d'équipement public.

Trois tranches de travaux

Le projet global, aujourd'hui terminé, se répartissait en trois tranches de travaux alternant logements et équipements publics. La dernière phase comportait ainsi la construction d'un immeuble à

>>> Vue sur la façade nord. Les fenêtres verticales des chambres encadrent une surface de béton brut. Ce dispositif rythme la façade, composée de plots et de parties en retrait.





3



4

>>> **1** Le pignon ouest présente des fenêtres à deux orientations pour “attraper” le maximum de lumière. **2** Vue sur la façade sud, sur rue. Tous les logements sont dotés de balcons traités comme des espaces à vivre. **3** Un socle en béton laissé brut englobe tout le rez-de-chaussée. **4** La partie est de l'immeuble est surélevée. Les balcons en porte-à-faux, plus profonds que ceux de la façade, sculptent le pignon.

R+4 de 51 appartements, qui referme la parcelle au sud. Tous les logements T4 et T5 sont traversants nord-sud (tous les séjours sont situés au sud) ; les T2 et T3 sont mono-orientés plein sud. La lumière a été un élément essentiel pour l'architecte, dans la conception de son projet global, mais aussi dans l'agencement de tous les appartements.

La façade nord présente une alternance de volumes en légère avancée et de parties en retrait. Des fenêtres ont été percées à chaque angle orienté à l'est formé par ce dispositif. Il s'agit en fait d'une prise de lumière latérale qui éclaire les

cuisines d'un appartement sur deux, alors qu'une baie creusée dans le retour ouest éclaire les chambres.

Les cuisines ont été conçues en forme de trapèze de façon à ménager un coin repas suffisamment large pour contenir une table et des chaises, mais aussi pour “mettre en scène” l'arrivée de la lumière naturelle, et la diffuser vers les séjours des logements à double orientation. À l'inverse, la lumière des séjours au sud s'engouffre dans ces goulets et inonde les cuisines. Qui plus est, les pièces de jour (entrée, cuisine, salon) ne sont pas dotées de portes, ce qui permet une cir-

culatation permanente de cette même lumière naturelle. Là encore, il s'agissait d'un souhait de Vincent Cornu de ne pas clore, de ne pas réduire les espaces de vie, mais au contraire de les dilater par des liaisons libres.

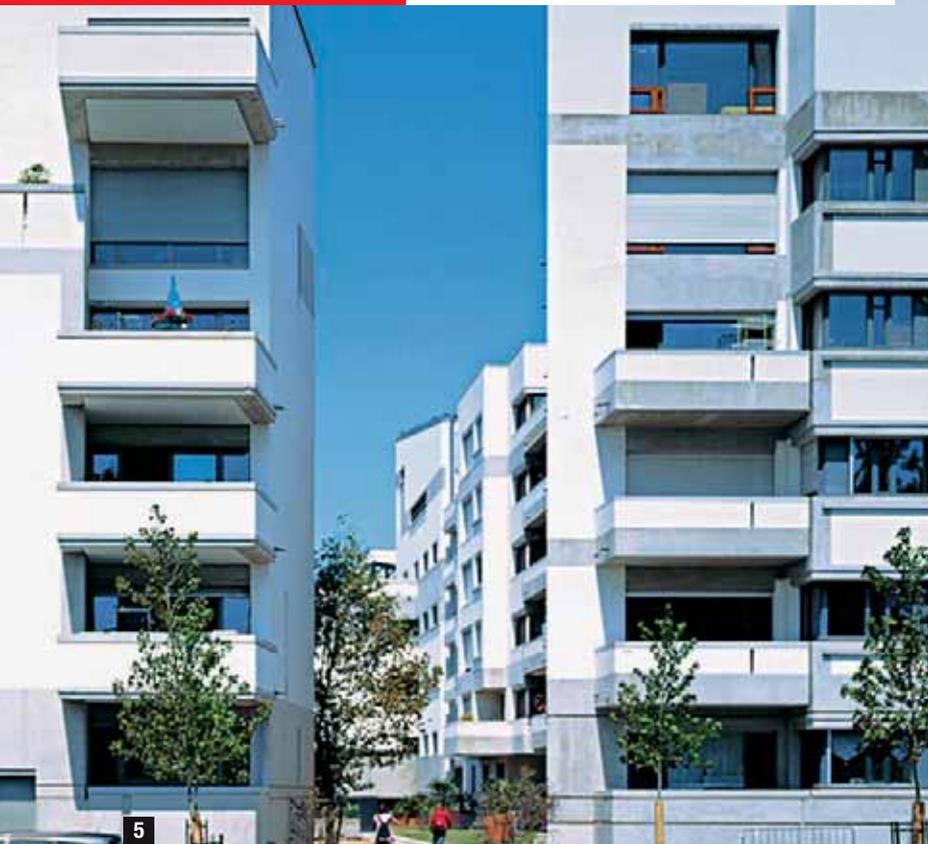
Des balcons-loggias à vivre dans l'intimité

Tous les appartements sont également pourvus de balcons sur leur face sud. Balcon est bien peu dire... Ce sont plutôt des loggias d'une dizaine de mètres carrés, dont les parois en maçonnerie (34 cm d'épaisseur) forment de véritables séparations avec leurs voisines et permettent une réelle intimité. Celles-ci en deviennent des pièces à vivre à part entière. Les garde-corps en béton créent

aussi une vraie limite avec l'extérieur : ils sont en fait conçus comme des parois discontinues. Ces terrasses couvertes, regroupées par trois à chaque étage sur quatre niveaux (les logements du haut, situés en retrait, sont dotés de grandes terrasses à ciel ouvert), creusent la façade sur un rythme régulier. Elles créent des jeux d'ombre et de lumière, et forment une sorte de résille régulièrement disposée tout au long de la façade. Le traitement des sous-faces des loggias par une bande de béton laissé brut, puis une surface blanche vers l'intérieur, permet la mise en relation visuelle des parties verticales et horizontales de tous ces éléments creusés. Le béton brut forme un cadre qui se retourne, accentué par les fines échancrures laissées de chaque côté des garde-corps qui allègent la



>>> **Plan du premier étage.** Tous les appartements ont une double orientation nord-sud.



>>> **5** L'immeuble de logements s'insère dans un vaste programme d'aménagement en plusieurs tranches d'un îlot du centre-ville. **6** L'ensemble est réalisé en béton coulé en place, excepté les garde-corps des balcons, réalisés en béton préfabriqué.

composition d'ensemble. Le bâtiment semble se dilater à chaque extrémité, en hauteur comme en profondeur ; à l'ouest, les balcons assemblés par deux sont construits en avancée de la façade ; à l'est, ils forment des porte-à-faux qui sculptent le pignon et qui répondent à ceux de l'immeuble voisin (également conçu par Vincent Cornu lors de la deuxième tranche de travaux). Cette partie, surélevée d'un étage par rapport au reste du bâtiment, marque le traitement de l'angle, comme un signal, et affirme en quelque sorte l'importance de la liaison entre la partie publique et la partie privée à l'intérieur de l'îlot.

Un escalier ajustable

La rue étant en dénivelé de l'est vers l'ouest, les rez-de-chaussée côté ouest sont donc en surélévation d'environ 1,70m. Il s'agissait de rattraper ce dénivelé, ce qui fut fait au moyen d'un dispositif d'escaliers au nombre de marches variable en fonction de la position des halls d'entrée par rapport à la rue, pour atteindre le premier palier de distribution

et l'ascenseur. Les halls sont vastes, éclairés par une porte vitrée doublée d'une large baie. Des parois de béton ont été laissées brutes, mises en valeur par la présence de panneaux de couleurs vives (orange et jaune, notamment) et de murs peints en blanc. Ici encore, la lumière joue avec les volumes des appuis d'escalier, les décrochements des plafonds, mais également avec les pleins et les vides, pour créer une impression de générosité spatiale. À l'extérieur, le bâtiment semble reposer sur un socle de béton brut qui englobe tous les rez-de-chaussée, donnant une sorte d'assise à l'immeuble peint en blanc. "Le béton peint permettait d'alléger les surfaces, confirme Vincent Cornu. J'aime le béton gris, mais ici nous avons une grande barre et, comme pour l'intérieur, nous souhaitons vraiment tirer parti de la lumière. En fait, nous avons essayé de trouver un équilibre entre les surfaces grises et les surfaces blanches, qui accrochent plus facilement la lumière." Cette disposition permettait également d'échapper à l'effet de masse dû à l'emprise du bâtiment.

Au nord, sur les volumes en avancée, les fenêtres des chambres encadrent des panneaux de béton brut. Décalées d'un étage sur l'autre, elles composent un motif qui donne un rythme à la façade et lui confère le côté un peu "ludique" d'un jeu de construction. À l'inverse, les baies des parties en retrait sont dessinées sur le même modèle, mais elles restent alignées sur toute la hauteur, marquant ainsi une verticalité qui rompt avec l'horizontalité de la longue façade. Le bâtiment est donc intégralement conçu en béton coulé en place, excepté les garde-corps des balcons, réalisés en panneaux préfabriqués.

Éléments "élémentaires" d'architecture

"Dans ce projet, nous avons joué avec les 'éléments élémentaires d'architecture', car ce sont eux qui constituent une écriture architecturale, détaille encore le concepteur. Celle-ci se crée à partir de ces détails très simples, basiques." Par exemple les linteaux en béton brut en léger décaissé, qui engendrent des jeux d'ombre et de lumière, mais qui dessinent aussi clairement ce qui porte, ce qui supporte, et ce qui est porté. Vincent

Cornu a également souligné les encadrements de portes, les appuis de fenêtres, les joints creux ou les joints de dilatation, autant d'éléments qui donnent à son bâtiment sa teneur générale. ■

TEXTE : CLOTILDE FOUSSARD
PHOTOS : JEAN-MARIE MONTHIERS



Maître d'ouvrage :
OPAC 35

Maître d'œuvre :
Vincent Cornu

BET structure :
ETSB

Entreprise générale :
Cardinal

SHON :
4 745 m²

Coût :
3,14 M€ HT

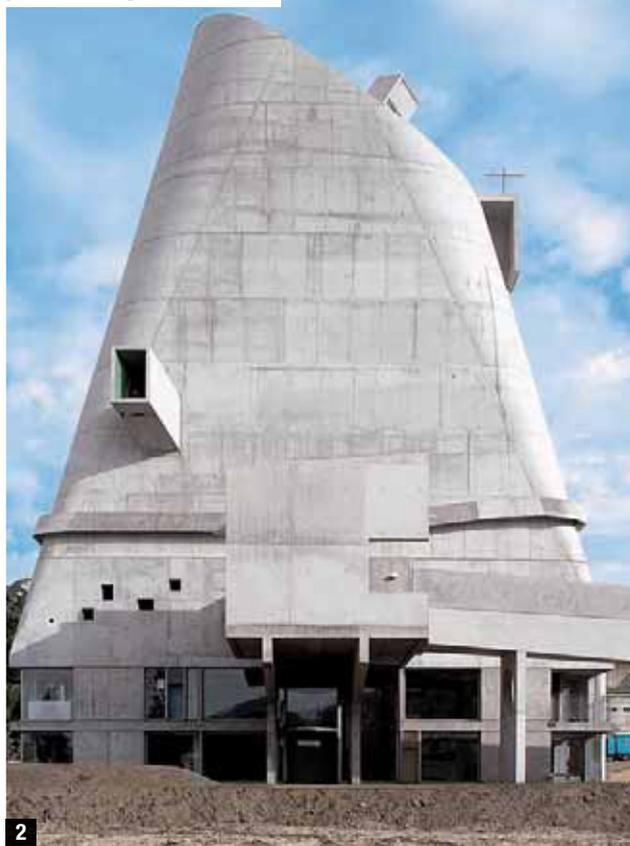


Objet à réaction poétique

>>> LA VILLE DE FIRMINY PEUT MAINTENANT S'ENORGUEILLIR DE POSSÉDER UN PATRIMOINE ARCHITECTURAL CONTEMPORAIN EXCEPTIONNEL, DONT ELLE VEUT FAIRE UN ATTRAIT TOURISTIQUE POUR SORTIR DE SES ANNÉES DE CRISE. INAUGURÉE LE 29 NOVEMBRE 2006, L'ÉGLISE SAINT-PIERRE EST EFFECTIVEMENT LA DERNIÈRE ŒUVRE DU GRAND LE CORBUSIER, RÉALISÉE PLUS DE 40 ANS APRÈS SA MORT PAR L'ARCHITECTE JOSÉ OUBRERIE. ŒUVRE POSTHUME, ELLE FINALISE UN ENSEMBLE URBAIN DESSINÉ PAR LE MAÎTRE, COMPOSÉ D'UNE MAISON DE LA CULTURE ET DE LA JEUNESSE, D'UN STADE ET D'UNE UNITÉ D'HABITATION DE 414 LOGEMENTS SOCIAUX.



1



2



3

La construction de l'église de Firminy est l'aboutissement de l'acharnement de quelques hommes : Eugène Claudius-Petit, son fils Dominique, l'architecte José Oubrier, et Dino Ciniéri, maire actuel de Firminy. Mais à l'origine du projet, il y a d'abord la rencontre d'une personnalité politique, Eugène Claudius-Petit, avec Le Corbusier. Élue maire de Firminy en 1953 après avoir été

ministre de la Reconstruction, l'homme a porté très haut l'exigence de qualité architecturale : il a permis, en particulier, la réalisation de l'unité d'habitation à Marseille. En 1954, il fait appel à Le Corbusier pour concevoir quelques édifices majeurs du centre civique de la petite ville minière de Firminy, dans la banlieue de Saint-Étienne. En 1960, il lui confie, avec l'association paroissiale de Firminy,

la construction de cette église qui sera le troisième édifice à vocation culturelle dans l'œuvre de Le Corbusier, avec la chapelle de Ronchamp (1955) et le couvent de la Tourette à Eveux-sur-l'Arbresle (1960). L'origine de la forme tronconique tient à une première esquisse faite pour l'église du Tremblay en 1929.

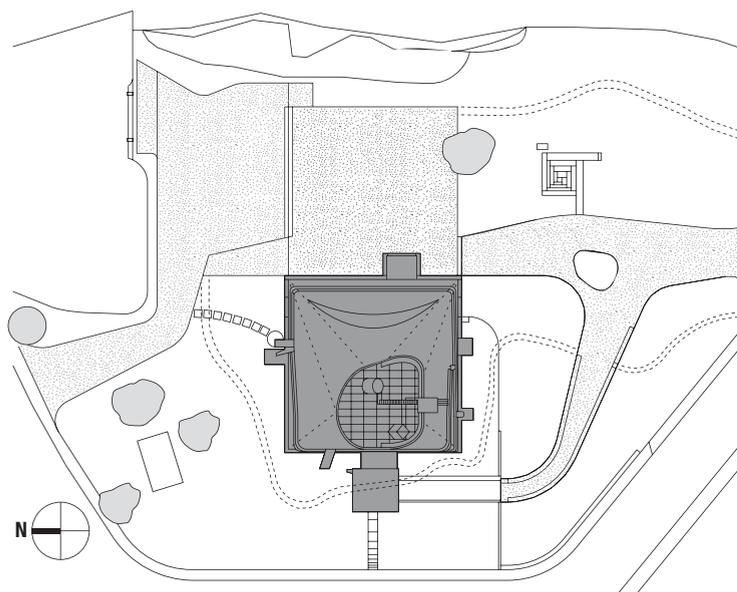
Sur le thème récurrent de la pyramide

Le thème de la pyramide est récurrent dans l'œuvre de Le Corbusier, par exemple dans le Palais de l'Assemblée à Chandigarh, allusion aux tours de refroidissement employées dans l'industrie. Pendant les quelques années de sa conception, le projet de l'église de Firminy sera modifié continuellement pour réduire le budget et répondre aux demandes fonctionnelles de la liturgie, avant d'aboutir à la version finale de 1964, connue uniquement sous forme de maquette dans sa version définitive, avec une réduction importante des dimensions et de la hauteur de la coque. Au sein de l'atelier, le projet est confié à José Oubrier, jeune collaborateur, qui sera en charge du projet de juin 1960 à août 1965. Études, maquettes et dessins

aboutiront à la maquette de 1964. José Oubrier, après la disparition de Le Corbusier, n'aura de cesse d'achever cette œuvre, et d'aider Claudius-Petit à rechercher les financements pour sa réalisation. En 1996, le socle de l'église, ruine moderne inachevée, est classé monument historique, décision qui permettra à l'État de financer une partie des travaux lors de la relance du chantier... qui n'interviendra que cinq années plus tard.

Péripéties en chaîne et résurrection d'un projet

C'est seulement l'élection en 2001 de Dino Ciniéri à la mairie de Firminy, en effet, qui permet au projet d'aboutir. Conscient du potentiel de l'œuvre de Le Corbusier pour sa ville, cet homme comprit la nécessité d'achever l'église pour permettre aux habitants de Firminy d'accepter et de s'approprier leur patrimoine. C'est avec la communauté d'agglomérations Saint-Etienne-Métropole que la décision est prise, en 2003, de reprendre le chantier, en tant qu'édifice à vocation culturelle et patrimoniale, pour en faire une antenne du musée d'Art moderne de Saint-Étienne, consacrée à l'œuvre de Le Corbusier. À cette



>>> Plan de masse et aménagements extérieurs.



>>> **1** "Objet à réaction poétique", l'église est un volume concret de béton brut ponctué d'éléments sculpturaux, qui prend place au centre de la composition urbaine de Firminy. **2** Le cube soulevé de l'entrée est détaché de la forme tronconique. **3** Le chemin de l'eau se dessine en relief sur la peau de béton. **4** La "constellation d'Orion" est une pluie de lumière captée dans l'espace de la salle. **5** Les fentes de lumière colorée accompagnent le mouvement ascendant.

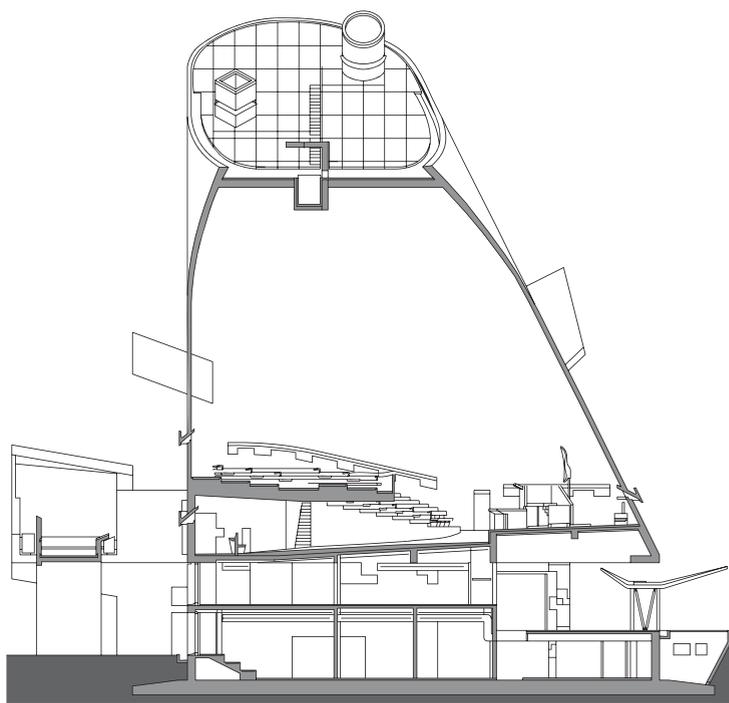
occasion, l'association Le Corbusier pour l'église de Firminy-Vert fait donation du bâtiment existant à la communauté d'agglomération, désormais maître de l'ouvrage. Pour ne pas violer la loi de 1905 sur la séparation de l'Église et de l'État tout en conservant à l'édifice sa vocation première, une convention est en cours d'étude avec la mairie pour consacrer l'église: le clergé devra, comme toute association, louer les locaux pour y dire la messe.

En dehors de la fonction du bâtiment, il reste aussi toutes les questions que pose aux historiens son degré d'authenticité. José Oubrerie a son idée sur la question: "L'œuvre est maintenant achevée, dotant critiques et historiens d'un nouveau sujet de débat, étant donné sa dimension et la stature de Le Corbusier. Que les historiens jugent... Nul ne peut dire ce que l'église aurait été, Le Corbusier vivant, et pourtant, il y est totalement présent mais nous le sommes aussi." De par sa situation et sa verticalité, l'église a une pré-

sence très forte dans le paysage et dans la composition urbaine de Firminy. Au sein de cette nouvelle acropole, elle prend la place principale de la composition architecturale, sans laquelle l'ensemble serait incomplet. Son volume spécifique, "objet à réaction poétique", est comme un point final, culminant, qui révèle l'ensemble.

Composition avec le site

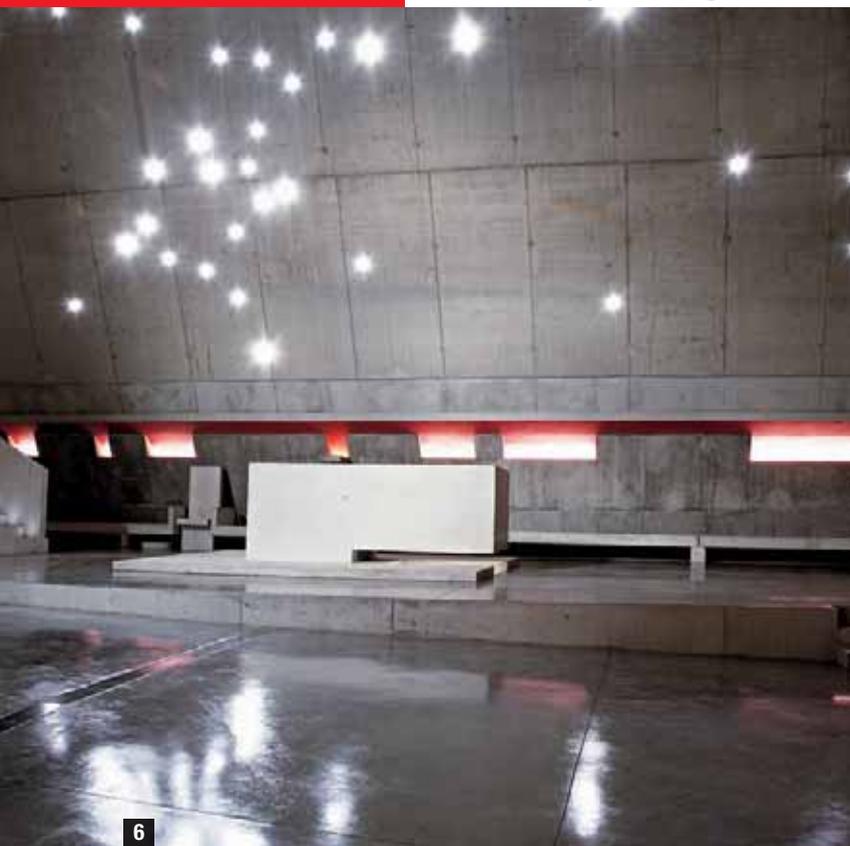
En raison de l'assise fragile du terrain, situé sur une ancienne carrière, les bâtiments composent avec le site et s'implantent selon les courbes de niveaux de la vallée, contenus à l'intérieur d'une boucle de la voirie. De part et d'autre du stade, la maison de la culture et les gradins cadrent un forum central, dans une cuvette contre laquelle l'église s'élève, articulant la relation avec la ville ancienne, les rues qui y convergent et les quartiers d'habitation en hauteur. L'église est donc organisée en deux espaces autonomes superposés: en



>>> Coupe transversale sur le volume de la salle.

partie basse, le socle, initialement destiné aux activités paroissiales, accueille l'espace culturel. À l'aplomb, la pyramide asymétrique de béton de 33 m de hauteur, posée sur cette base carrée de 25 m de côté, est tronquée en biseau au sommet, percée de canons à lumière. Flan-

quée d'une rampe d'accès et d'une multitude de détails sculpturaux, elle abrite l'espace du culte. À l'image des coupoles de la Renaissance, la relation entre le cercle et le carré détermine l'espace de la salle: la coque est un volume qui évolue d'une embase inscrite dans un carré



6



7

vers une forme circulaire, résultante de la projection d'un cercle horizontal tronqué par un plan en biais incliné à 40°, pour se terminer par une dalle inclinée de forme "patatoïdale". La façade ouest est verticale, tandis que les façades sud et nord s'inclinent de manière symétrique, la façade est présentant la pente la plus prononcée.

Un plan en croix organise l'espace intérieur : sur l'axe central, l'entrée et le maître autel, à droite, la chapelle de semaine, à gauche, le baptistère enclos sous les gradins qui s'élèvent progressivement en spirale en s'incurvant, pour se terminer en mezzanine au-dessus de la chapelle. Cette simplicité apparente du plan dissimule une organisation savante de l'espace, qui magnifie un mouvement hélicoïdal vers le ciel. L'accès à la salle se fait par une longue rampe extérieure qui vient chercher le fidèle au niveau du sol et initie le mouvement ascendant qui se poursuit à l'intérieur de l'église, jusqu'au sommet des tribunes.

Cette élévation s'achève vers les deux canons à lumière percés dans le toit, allégories du Soleil et de la Lune, tandis qu'une fente de lumière colorée s'enroule autour de la salle, à 1,83 m, hauteur de la tête des visiteurs. Ces lucarnes

horizontales sont protégées, à l'extérieur, par des goulottes de béton qui récupèrent les eaux pluviales, intégrant eau et lumière dans un même élément architectonique et recombinaison de deux archétypes de l'architecture sacrée : les vitraux et les gargouilles. Dans cet espace, la seule référence horizontale du sol est la plateforme accueillant l'autel. Cette conception dynamique place le fidèle dans un état d'apesanteur. Dès que l'on s'assoit, l'espace s'arrête de tourner et s'oriente vers l'autel, qui reçoit la lumière d'une pluie d'étoiles : la constellation d'Orion, percée dans la paroi orientée à l'est. En contrepoint, la façade ouest est percée d'un canon à lumière qui dirige un rayon directement sur l'autel. Au final, les variations de la lumière naturelle dilatent ou rétractent, au cours de la journée, le volume de la salle aux allures de grotte mythique.

L'espace exprimé par la structure

L'expression de l'église est très liée à l'expression structurelle et constructive du bâtiment. Sa réalisation a été considérablement facilitée par l'outil informatique. La reprise du chantier de l'église a néces-

>>> **6** Un plan de croix organise le volume intérieur. **7** Dans l'axe majeur de la salle, la porte d'entrée pivotante est constituée de panneaux d'acier émaillé coloré. Le mobilier de l'église – l'autel et une partie des bancs – a été réalisé en éléments préfabriqués de béton blanc. **8** Repère orthonormé, l'autel est ancré jusque dans les fondations de l'église. **9** La rampe d'accès contourne l'église dans un parcours initiatique.

sité de nombreuses études ; trois problèmes principaux se posaient : la stabilisation due à la situation particulière de la construction, la reprise du béton pour réaliser la coque, et la restauration des bétons existants. Avant de démarrer le chantier, un diagnostic des bétons existants et des fondations déjà réalisées a été effectué.

Construite sur une décharge de carrière, l'église est posée sur un radier de 1,50 m d'épaisseur. Des injections ont été préconisées ainsi qu'un arasement de 60 cm de la coque de béton pour permettre de récupérer les aciers et de repartir sur une base horizontale. Il a aussi fallu résoudre de grosses difficultés techniques, liées à la complexité géométrique de la structure. Sa réalisation a fait appel à l'inventivité de l'entreprise locale Chazelle qui a remporté le marché. La coque tronconique a posé des difficultés de mise en œuvre, que l'outil informatique a simplifiées grâce aux logiciels en 3D, en particulier pour dessiner les coffrages de manière très précise. Une série de 9 à

11 levées de bétonnage de 2,70 m de hauteur en couronne se sont succédées pour réaliser la coque, avec une levée tous les 15 jours. Deux sortes de coffrages ont été utilisées : des coffrages métalliques préfabriqués pour les parties planes, des coffrages bois sur mesure pour les parties courbes. Ces coffrages bois ont été réalisés de manière traditionnelle par une entreprise locale, selon la technique des charpentiers de marine. Plus de 90 coffrages ont ainsi été calculés au millimètre près, utilisables une seule fois.

Béton autoplaçant et finition parfaite

Le béton utilisé, un béton autoplaçant, avait une granulométrie très fine pour éviter les microfissurations et répondre à toutes les spécifications de l'ingénieur. Très fluide, ce béton a permis de remplir tous les recoins des coffrages envahis d'aciers et de coffrets de réservations. Il présentait d'autre part une excellente



8

9

qualité de finition, et nécessitait un temps de durcissement de 48 heures avant décoffrage. Des joints parfaitement étanches ont été réalisés entre les coffrages pour éviter toute fuite de laitance. L'épaisseur des murs varie, selon les façades, de 21,5 cm pour le mur vertical à 24,5 cm pour la façade est, et 23,7 cm pour les murs sud et nord.

L'étalement de l'ouvrage en construction, qui ne trouvait sa stabilité qu'avec la dalle supérieure, était primordial. Des tours d'étalement en aluminium ont permis de reprendre les poussées horizontales des murs en pente: 10 000 m³ d'étalement ont été mis en œuvre pour l'étalement total du volume interne. La dalle de toiture de 36 cm d'épaisseur, compte tenu de sa pente importante, a été coffrée sur les deux faces, et coulée en quatre phases pour minimiser la poussée du béton sur la tête des murs; cette poussée a été reprise par des tirants horizontaux sur l'ensemble de la couronne des murs.

La dalle de toiture fait office de clef de voûte et assure l'autostabilité du monolithe. Elle a nécessité un ferrailage spécial. Pour protéger l'étanchéité, un feutre noir a été déroulé, sur lequel des plots en inox reçoivent les dalles de

béton de 10 cm d'épaisseur, calepinées au modur (2,26 m), pour assurer la cinquième façade, visible des environs. L'ensemble des parois verticales a reçu deux couches de minéralisant pour l'étanchéité. L'aspect du béton, parfaitement réalisé, est lisse et plane, de teinte gris très clair. Seul un léger changement de teinte trahit la reprise de coulage de la coque en superstructure.

Un chantier exemplaire pour une œuvre d'exception

À l'intérieur du socle réalisé dans les années 70, il a fallu doubler chacun des 12 pilastres (trois par face), qui supportent le poids de la coque. Des murs en béton autoplaçant sous-pression, insufflé par le bas dans des coffrages spéciaux métalliques allant de dalle à dalle, ont été coulés en place, pour permettre l'isolation, tout en conservant un aspect de béton à l'intérieur.

De multiples éléments aux fonctions bien précises ont été réalisés en béton préfabriqué sur le chantier, greffés horizontalement ou verticalement. Une descente d'eaux pluviales sur la façade sud, une casquette à l'est, des goulottes horizontales qui ceinturent l'ensemble

du volume. Certains éléments lourds, comme le clocher de 27 tonnes ou les canons à lumière, ont été coulés au sol, hissés à l'aide d'une grue, déposés dans une réservation appropriée et maintenus par des câbles pendant la coulée de la dalle qui le solidarise l'ensemble. Le mobilier de l'église – autels, bancs – a été préfabriqué en béton blanc.

Pour l'entreprise Chazelle, le chantier de l'église est à considérer comme un chantier de référence, qui lui a permis de démontrer ses capacités d'adaptation dans le cadre d'une construction hors norme. Sa réussite est le fruit de l'investissement du personnel à tous les échelons, ému et fier de participer à la réalisation d'une œuvre d'exception, dans un esprit digne du temps des bâtisseurs de cathédrales.

Grâce à l'achèvement de l'église de Firminy, les habitants de cette ville vont pouvoir apprécier – enfin – leur environnement bâti. Plus de 40 ans après sa disparition, l'œuvre avant-gardiste de l'architecte peut donc prétendre s'inscrire dans le patrimoine architectural mondial. Une consécration méritée... ■

TEXTE : NATHALIE RÉGNIER

PHOTOS : ÉRICK SAILLET,

OUVERTURE ET 8 MICHEL DIEUDONNÉ



Maître d'ouvrage :
Saint-Étienne Métropole (42)

Maître d'œuvre :
José Oubrière,
architecte mandataire ;
Aline Duverger et Yves Perret,
architectes d'opération ;
Romain Chazalon,
architecte assistant ;
Jean-François Grange Chavanis,
architecte co-mandataire en chef
des Monuments historiques

Bureaux d'études :
Rabeisen et André Accetta,
ingénieur structure béton ;
Sicinfra : géotechnicien

Entreprises :
Gros œuvre – maçonnerie,
Chazelle ; chapes : Soredal ;
étanchéité : Sleico ;
consolidation des sols : Sotrisol ;
reprise des bétons existants :
Spie Batignolles



“SACRÉ BÉTON”

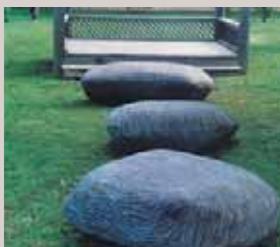
Le jardin du mas de Licon a été dessiné par Arnaud Maurières et Éric Ossart en 1998, sur les vestiges d'une ancienne noria, au cœur d'un paysage agricole méditerranéen, dans l'esprit des jardins de paradis et de la culture orientale des jardins hispano-mauresques. Les paysagistes ont choisi un vocabulaire résolument contemporain où le béton teinté ocre dessine des espaces, crée un cheminement et invite à la contemplation. Cet été, la prairie qui le prolonge accueillera les œuvres en béton de 16 artistes contemporains. Ils poursuivent ainsi l'histoire du matériau béton utilisé dans l'art des jardins par des artistes aussi divers que Joseph Monnier, le premier "rocailleur" né à Saint-Quentin-la-Poterie, mais aussi Gaudi, Tinguely, Max Ernst, Mallet-Stevens, Picasso et de nombreux autres.

Ne passez pas à côté de cet "Eden contemporain" sans vous y arrêter...

Exposition de sculptures au jardin

24 juin - 24 septembre 2007

Jardin de la Noria à Saint-Quentin-la-Poterie (près d'Uzès, dans le Gard)



BÂTIMENTS D'ACTIVITÉ

Engagés dans une démarche volontaire de partenariat, **Cimbéton et l'Untec** (Union nationale des économistes de la construction et des coordonnateurs) travaillent ensemble depuis plusieurs années afin de proposer des outils d'aide à la prescription aux économistes. Fruit de cette action, un guide consacré aux **structures en béton industrialisé dans les bâtiments d'activité** sera proposé en avril lors du prochain congrès de l'Untec.

JEUNES ET BÂTIMENT

Le **concours Batissiel**, organisé par Cimbéton, la FFB (Fédération française du bâtiment) et l'Éducation nationale, permet aux élèves de collèges et de lycées professionnels de découvrir le domaine de la construction et ses métiers. L'édition 2007, à l'instar des précédentes, promet de belles surprises. 60 classes provenant de la France entière se sont mobilisées pour présenter leurs projets. La finale nationale aura lieu le 23 mai 2007.

RECTIFICATIF

Une erreur s'est glissée dans la fiche technique de la maison à Lyon parue dans *Construction moderne* n° 125 (page 33). Un malencontreux copié-collé a ajouté quelques collaborateurs à l'équipe. Si Pierre Minassian, Au*M architectes, assisté de Brigitte Sacré, est bien le maître d'œuvre de cette maison, les architectes assistants cités, la coloriste et le concepteur lumière ont, pour leur part, travaillé sur l'UFR de droit à Créteil (présenté page 10) mais pas sur cette maison, dont la surface est de 280 m². Que les uns et les autres veuillent bien nous excuser de cette confusion.



CONCOURS D'ARCHITECTURE CIMBÉTON

La 8^e session du concours d'architecture Cimbéton "**Une maison des initiatives**" est aussi appréciée que les précédentes par les étudiants des écoles d'architecture et d'ingénieurs et les jeunes diplômés. À ce jour, 95 équipes regroupent près de 540 inscrits 33 étudiants ingénieurs

participent à des équipes mixtes. Le résultat des délibérations du jury sera proclamé lors de la cérémonie de remise des prix le **jeudi 14 juin 2007 à l'Unesco**.

livres

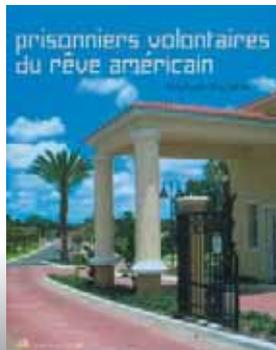


→ Louis I. Kahn

Robert McCarter

Louis I. Kahn (1901-1974) est un des architectes majeurs de la seconde moitié du xx^e siècle. Tous les bâtiments importants dans l'œuvre de l'architecte, y compris ceux qui sont restés à l'état de projet, sont ici rassemblés. Pour chaque projet, un dossier retrace l'élaboration conceptuelle et documente les sources d'inspiration qui conduisirent aux choix définitifs. Une abondante illustration photographique traduit l'esprit qui anime chacune des œuvres présentées. Il n'est pas jusqu'à la définition de l'architecture moderne selon Louis I. Kahn qui ne soit étudiée par Robert McCarter, faisant ainsi de cette monographie un ouvrage de référence indispensable sur l'œuvre de l'un des acteurs majeurs de l'architecture moderne.

Éditions Phaidon



→ Prisonniers volontaires du rêve américain

Stéphane Degoutin

Longtemps, les *gated communities* ont été considérées comme un épiphénomène concernant essentiellement les États-Unis. Aujourd'hui pourtant, ces enclaves résidentielles privées, protégées par des murs ou des grilles, se développent dans le monde entier. Partant du modèle de Los Angeles – the Wonder City of America –, l'ouvrage de Stéphane Degoutin éclaire les conditions d'apparition et de développement de ce phénomène qui ne répond pas uniquement à un besoin d'habitat sécurisé. L'auteur, graphiste et architecte d'intérieur en résidence à Los Angeles grâce à une bourse du programme "L'envers des villes", en profite pour montrer les conséquences de ces *gated communities* sur l'espace public comme sur le tissu urbain.

Éditions de la Villette

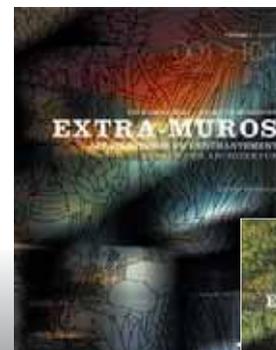


→ Le Corbusier, l'écorce et la fleur

Jean-Jacques Duval

L'auteur, né en 1913, découvre le travail de Le Corbusier lors de ses études d'ingénieur à l'École polytechnique de Zurich. Après la destruction de Saint-Dié en 1944, il est à l'initiative du plan d'urbanisme conçu par Le Corbusier pour la reconstruction de la ville, projet resté sans suite. Il lui confie ensuite le projet de reconstruction de l'usine textile familiale, qui se déroula entre 1947 et 1950. Les deux aventures sont retracées au travers de la correspondance échangée entre Le Corbusier et Jean-Jacques Duval. Ce dernier écrit : "La chance d'avoir travaillé plus de 40 ans dans une usine construite par Le Corbusier m'a permis d'en apprécier les qualités et de bien comprendre la nécessité de l'étude des moindres détails pour obtenir une telle harmonie."

Éditions du Linteau



→ Extra-Muros

Volume 1 – 001>104

Volume 2 – 105>208

Patrice Goulet / Brigitte Borsdorf

"Extra-muros" est un programme d'expositions légères conçu et réalisé par la Cité de l'architecture et du patrimoine, l'Institut français d'architecture (Ifa) et l'Institut français Düsseldorf (Ifdu). Ces expositions s'adressent autant aux spécialistes qu'à un public non initié, avec un même objectif, celui de donner envie de s'intéresser à l'architecture contemporaine. La première exposition s'est tenue à l'Institut français Düsseldorf en 2001, puis les expositions se sont enchaînées pendant quatre ans, pour atteindre 208 expositions à ce jour. Un catalogue en deux volumes regroupe l'ensemble des projets et réalisations présentés.

Éditions Archibooks / Cité de l'architecture et du patrimoine



exposition

Musées du XXI^e siècle
26 idées, projets et réalisations

D'importantes rénovations ou extensions de musées s'effectuent partout dans le monde. De nombreux établissements ont tenté d'intégrer l'architecture contemporaine aux constructions existantes ou ont cherché à créer, à développer de nouveaux modèles de musées. Cette dynamique a éveillé l'intérêt de Suzanne Greub, directrice de l'Art Center Basel (Suisse). L'exposition qu'elle a mise en place rend compte de l'évolu-

tion architecturale, des tendances actuelles en matière d'architecture muséale dans le monde entier, et prouve que l'architecture est un formidable vecteur d'attraction pour le public. "Musées du XXI^e siècle" permettra ainsi au public de découvrir 26 architectes parmi les plus prestigieux...

Exposition du 20 mars au 1^{er} juillet 2007

28, boulevard des Belges – 69006 Lyon

Tél. : 04 72 69 05 00 – www.museum-lyon.org

Du mardi au dimanche, de 10 h 00 à 18 h 00

Et aussi sur les grilles de l'hôtel du département du Rhône, de mi-juin à fin octobre 2007.

