



# construction

**MODERNE**

N° 96 ■ 3° TRIMESTRE 1998

● | Réalisations

**Roissy** Douanes de l'aéroport



ARCHITECTES  
**Axe Architecture**

Page **1**

**Chaumont** Logements



ARCHITECTES  
**P. Bolze, S. Rodriguez**

Page **6**

**Rennes** Université



ARCHITECTE  
**C. Monfort**

Page **11**

■ | Solutions béton

**Portugal** Pont Vasco-de-Gama



ARCHITECTES  
**C. Lavigne, M. Suakay**

Page **16**

● | Réalisation

**Orbais-l'Abbaye** Usine



ARCHITECTES  
**Studio Maréchaux**

Page **23**

● | Réalisations

**Paris** Logements



ARCHITECTES  
**LLTR**

Page **27**

**Nantes** Parking



ARCHITECTES  
**Roulleau-Puad**

Page **32**

► | Bloc-notes

- Livres ..... 3<sup>e</sup> de couverture
- Hommage ..... 3<sup>e</sup> de couverture

3<sup>e</sup> de couverture

Objet d'une rubrique dans notre dernier numéro, l'hôtel de ville de Lillebonne a donné à Chloé Parent l'occasion d'illustrer ses talents de coloriste : choix du matériau, choix des couleurs, elle a aussi assuré le suivi de la réalisation dans son ensemble.



La rédaction.

Pour tous renseignements concernant les articles de la revue, s'adresser à CIMENTON ● **Directeur de la publication** : Michael Temenides ● **Directeur de la rédaction** : Bernard Darbois ● **Conseiller technique** : Jean Schumacher ● **Rédacteur en chef** : Norbert Laurent ● **Rédaction et réalisation** : ALTEDIA SYNELOG - 49, rue Ganneron - 75018 Paris - Tél. : 01 44 85 67 89 - Fax : 01 42 26 24 89 ● Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 1998 ISSN 0010-6852 1996 ●

**CIM** *béton* CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS  
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.asso.fr • internet : www.cimbeton.asso.fr

Crédits photos : Roissy : Alain Goustard ; Chaumont : Hervé Abbadié ; Rennes : Jean-Marie Monthiers ; Orbais-l'Abbaye : Guillaume Maucuit-Leconte ; pont Vasco-de-Gama : photothèque Campenon-Bernard, DR ; Paris, Duplex/Bercy : Hervé Abbadié ; Nantes : Philippe Ruault. Plans et croquis : Xavier Ténot/Philippe Simon.

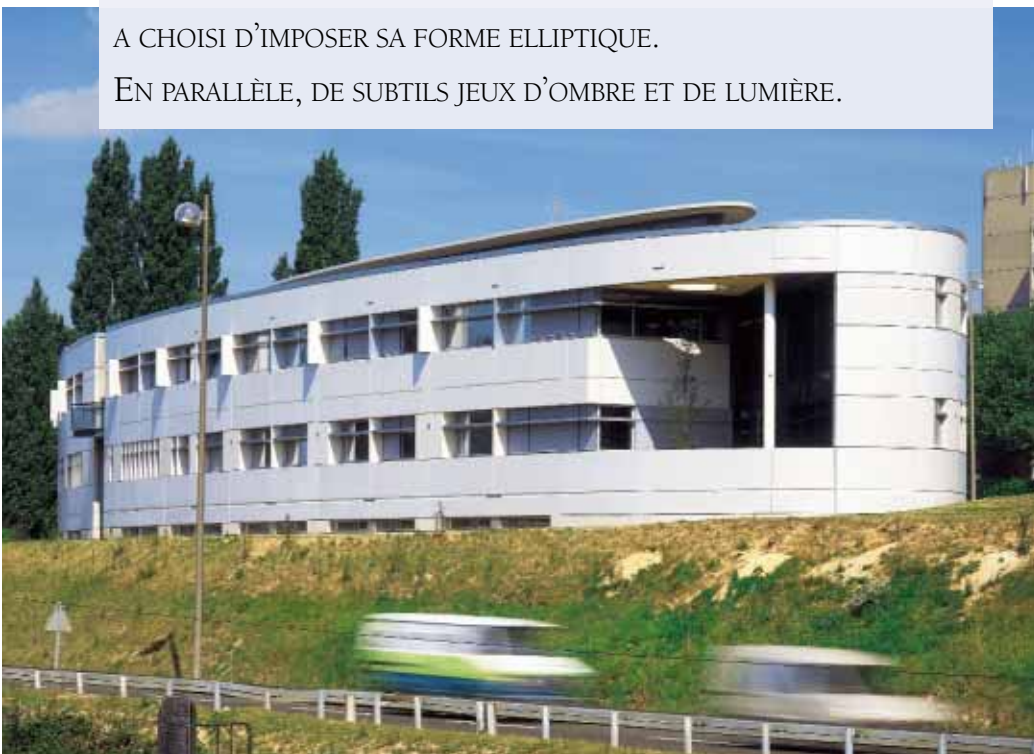




Roissy Douanes de l'aéroport

# Formes et lumières

DANS UNE ZONE TERRITORIALE AUX CONTOURS MAL DÉFINIS, LE NOUVEAU BÂTIMENT DES DOUANES DE L'AÉROPORT DE ROISSY A CHOISI D'IMPOSER SA FORME ELLIPTIQUE. EN PARALLÈLE, DE SUBTILS JEUX D'OMBRE ET DE LUMIÈRE.



▲ Les architectes ont dessiné un bâtiment qui affirme son autonomie tout en assumant l'ensemble des contradictions de l'environnement existant.

**Le nouveau** bâtiment des Douanes de Roissy s'inscrit dans un contexte où seule la logique fonctionnelle des cônes aériens et les disponibilités foncières régissent les principes de l'occupation du territoire.

De par son implantation, il vient compléter une collection d'entités fonctionnelles autonomes qui, outre le lien naturel qui les rattache à l'activité aéroportuaire, qu'il s'agisse de services, d'installations techniques ou de locaux commerciaux et tertiaires, semblent n'avoir aucune relation entre elles.

Le bâtiment occupe une parcelle entourée de voies de desserte, dans un contexte dépourvu de traces historiques et dénué de toute géométrie. La réflexion des architectes a porté sur la création d'un bâtiment capable d'assumer l'ensemble des contradictions de l'environnement existant tout en préservant une autonomie totale, imposée par la fonction même de l'édifice.

Le bâtiment des Douanes marque une volonté de ressembler aux objets qui l'entourent, en reprenant l'idée d'une occupation du territoire par l'addition successive d'objets autonomes.

## La logique d'une forme

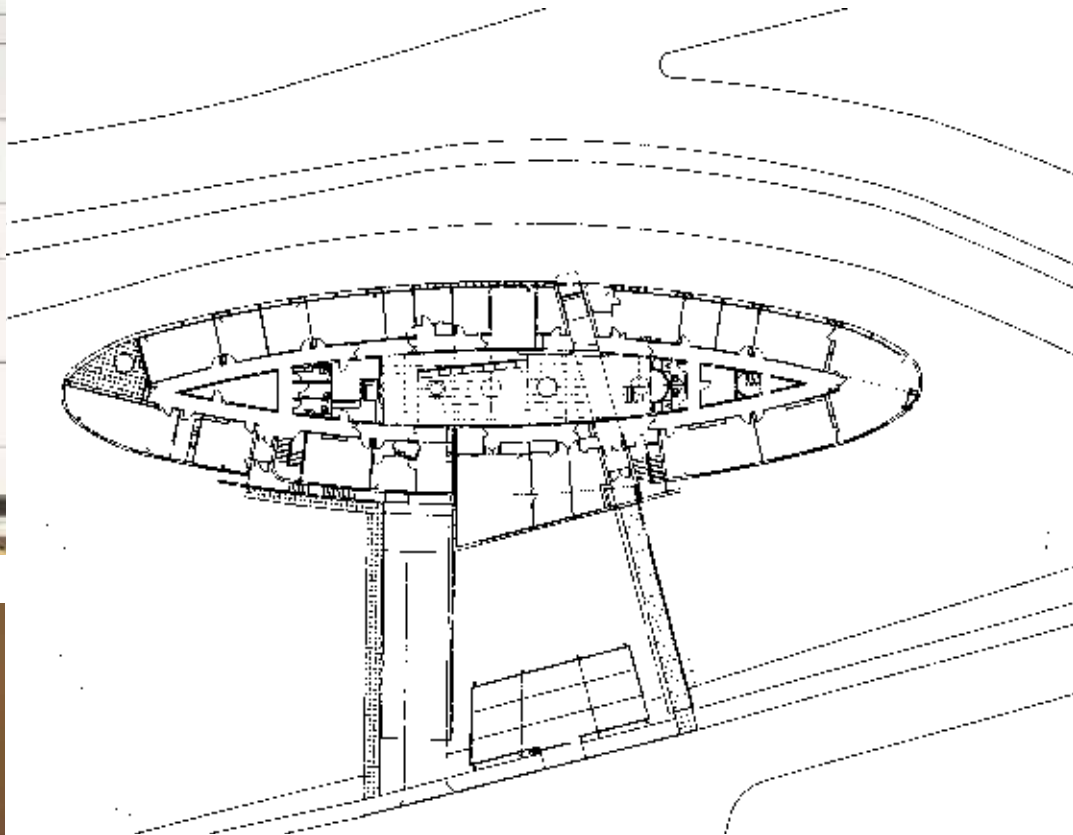
Le recours à l'ellipse, forme pure et fermée, s'est imposé aux architectes dès les premières esquisses. Cette "prise de possession" du terrain renvoie aux formes arrondies et organiques de l'hôtel Sofitel tout proche, mais aussi à l'aérogare de Roissy 1, qui suggèrent tous deux le recours à des formes finies. Leur architecture se distingue ainsi par la simplicité et la clarté de sa conception volumétrique.

Le béton, par sa matière, affirme le caractère monolithique recherché, tout en permettant une grande liberté de détails.

L'ellipse est apparue comme la réponse la plus pertinente à la question posée. Elle permettait d'affirmer le caractère symbolique de



l'institution et de répondre à la fonction tertiaire tout en s'affranchissant des systèmes d'organisation classiques, couloir-bureaux. Le recours à des formes et concepts élémentaires – l'ellipse, la ligne, la faille, le socle naturel – a permis de transformer ce qui s'apparentait à un *no man's land* en un véritable morceau de territoire.



▲ *La forme, complexe à réaliser, est constituée de deux ensembles : d'une part l'ossature primaire, support des planchers et des façades, d'autre part les façades extérieures et intérieures.* Cette totale indépendance entre ossature et "habillage" a donné la possibilité d'exploiter dans le dessin des façades toutes les ressources offertes par le matériau.





L'usage du bâtiment imposait la création d'un ensemble fermé, à l'accès aisément contrôlable, tout en garantissant une grande fluidité des parcours intérieurs. Ainsi, pour des raisons de sécurité, le choix a naturellement porté sur une structure privilégiant l'ouverture depuis l'intérieur vers l'extérieur. Deux éléments forment les liens avec l'extérieur. L'un est topographique, l'autre visuel. Le premier est constitué par la rampe d'accès à l'édifice, le second par la vue située dans le prolongement de celle-ci, qui entaille l'édifice de part en part.

#### Un contexte déterminant

Le véritable socle du bâtiment est défini par la nature et la forme du terrain, dont il se détache comme s'il en était le couronnement. L'insertion d'un joint creux périphérique qui court tout le long de la façade élève au-dessus du sol naturel l'ensemble de la structure bâtie.

L'accès au bâtiment depuis la limite du terrain est réglé par une rampe qui accentue l'effet de "détachement" de l'édifice. Tel un cordon ombilical, elle est l'unique lien entre cette nouvelle entité et son contexte.



Entaille profonde à l'intérieur du bâtiment, qu'elle traverse en biais, elle ouvre sur le paysage une fracture, une faille. Elle constitue, par son tracé, l'unique exception dans la continuité volumétrique du bâti, comme une rupture, un élément de reconnaissance. Le traitement de ses parois latérales en béton planché dénonce clairement l'intention d'introduire dans cette forme unique une référence à l'environnement. Ce traitement joue sur la contradiction propre à la vue qu'il génère, entre nature et machine : cette vue qui s'offre à travers la faille est une image emblématique du contexte aéroportuaire, décrite par Luc Weizmann comme "une tranche de voiture, une tranche d'herbe, une tranche de RER, une tranche d'avion...".

#### Hors des schémas classiques

La structure, tant architecturale que constructive, permet de s'affranchir des modes d'organisation traditionnels des ensembles de bureaux. Afin d'assurer une parfaite continuité des courbes en façade, l'ellipse est construite au moyen de trois segments de

▲ L'accès au bâtiment détermine un moment décisif de l'architecture des Douanes de l'aéroport.





Côté vide central, les poteaux qui rythment ➤ les coursives se dédoublent pour en alléger l'aspect. Leur finesse a nécessité l'usage de l'acier, et le béton a été employé en remplissage pour garantir la tenue au feu. Le choix de ce type de structure, outre l'avantage en termes d'économie de construction, a permis de dégager une grande surface de planchers sans point porteur et de devancer, en termes de distribution, les évolutions possibles du bâtiment durant l'élaboration du projet. Les contreventements du bâtiment sont assurés par les blocs de distribution et de service situés aux extrémités de l'ellipse intérieure, et qui en définissent les limites.



### Une technique éprouvée

En façade, le travail sur les modénatures, les retraits, les jeux d'ombres en fonction de l'orientation, donne toute sa richesse à cet objet unique dans sa géométrie.

▲ **Côté nord**, la façade est constituée d'une surface lisse, telle une peau venant habiller la structure et dessiner la courbe. Le bâtiment apparaît sur cette face comme un volume unique, que seuls viennent rythmer les joints entre les panneaux et l'alternance entre parties pleines et parties vitrées.

▲ **Côté sud**, l'ensemble des baies est situé en fort retrait par rapport au nu extérieur de la façade. L'emploi de panneaux préfabriqués a permis la réalisation d'une tablette horizontale qui se retourne vers l'intérieur, offrant ainsi des espaces de rangement sous allège.

▲ **La mise au point des moules** a autorisé l'usage d'un unique élément d'acrotère sur tout le pourtour du bâtiment, quelle que soit la nature de la façade sous-jacente. Sa conception lui concède la faculté de recevoir de multiples éléments : sa sous-face peut recevoir la tête d'un panneau plein de façade, sa face arrière, un précadre. Côté sud, ce même élément supporte les brise-soleil verticaux, d'une hauteur équivalente à celle des baies vitrées qui rythment le bandeau horizontal du premier étage. Le panneau d'allège du premier étage, basé sur des principes identiques, permet la mise en place des trumeaux de la même façade au rez-de-chaussée.

▲ **Les brise-soleil verticaux**, pour des raisons d'économie, ont été traités en béton désactivé, et l'ensemble des panneaux de façade, en béton poli de ciment blanc et gris incrusté de marbres blancs et bleus des Pyrénées. Le traitement confère à l'ensemble une grande luminosité, sans aucun effet d'aveuglement.

Tous les voiles intérieurs, hormis les parois ► de la faille venant interrompre la continuité de l'ellipse, sont réalisés en béton blanc coulé en place. Leur mise au point a permis la création de modénatures et la mise en place de réservations pour le passage des réseaux techniques, et en même temps un véritable dessin des façades intérieures.

cercles de différents rayons ; les jonctions entre segments correspondent systématiquement à un axe de trame, et les moules des façades ne font ainsi référence, chacun, qu'à un unique rayon de courbure.

### Un impératif de convivialité

Le bâtiment est formé d'un anneau elliptique de 6,80 m d'épaisseur, contenant l'ensemble des bureaux ainsi que la coursive de distribution, ouverte sur la partie centrale du bâtiment. Celle-ci se développe sur toute la hauteur du bâtiment et constitue au rez-de-chaussée un espace de rencontre et de "convivialité". Le terme est ici employé à dessein, car contrairement aux idées reçues, dans ce corps de l'administration à la fois civil et militaire, les rapports sont plus que conviviaux. Et ce, aussi bien à l'intérieur de l'espace de travail que dans ses relations avec l'extérieur. Le bâtiment se devait de répondre à cette donnée. Ici la présence d'un espace intérieur ouvert, tel un atrium, sur lequel donnent toutes les circulations, n'est pas la manifestation d'un désir purement formel, mais au contraire une réponse juste aux données du programme et à une préoccupation réelle des utilisateurs.

Ces choix typologiques ont naturellement imposé le recours à une structure en béton



armé, solution qui offrait la plus grande souplesse d'utilisation et la plus grande liberté dans la disposition intérieure.

L'unité des matériaux utilisés pour réaliser le bâtiment ôte ce désagréable sentiment que



▲ Le symbole des Douanes françaises fait partie intégrante de la structure, tout comme la tablette allège de l'accueil, qui perd toute valeur d'ameublement.

l'on ressent parfois dans la production de bâtiments destinés au secteur des services, cette dichotomie entre espace de travail et espace de réception. Sans doute le choix d'un matériau unique, aux multiples possibilités, tout comme le résultat obtenu, démontrent-ils que le béton, lorsqu'il sert la fonction architecturale et son langage, est un matériau particulièrement noble.

RAF LISTOWSKI ■

MAÎTRE D'OUVRAGE : ADP – AÉROPORTS DE PARIS ; MINISTÈRE DES FINANCES

MAÎTRISE D'ŒUVRE : AXE ARCHITECTURE – ALAIN LE HOUEDEC ET LUC WEIZMANN

1 % ARTISTIQUE : DUBUISSON

ENTREPRISE GROS ŒUVRE : SAEC

PANNEAUX PRÉFABRIQUÉS : DELTA PRÉFABRICATION



Chaumont Logements

# A l'échelle individuelle

DANS LA MARNE, LES ARCHITECTES PIERRE BOLZE ET SIMON RODRIGUEZ RENOUVÈLENT DÉLIBÉREMENT LE STYLE DU LOGEMENT COLLECTIF, QUI PREND DES AIRS DE MAISON INDIVIDUELLE. AVEC LE BÉTON POUR PARTENAIRE.



▲ Sur une placette triangulaire qui articule l'opération avec le quartier, la résidence présente un front urbain constitué par les bâtiments collectifs.

**Création** des architectes Pierre Bolze et Simon Rodriguez, les 68 logements de la résidence Louise-Michel à Chaumont proposent une réponse à la traditionnelle dichotomie entre habitat individuel et habitat collectif. Sur un terrain situé dans une banlieue résidentielle, aux confins de la vallée boisée de la Suize, se côtoient pavillons et petits ensembles de logements. Le projet tente par un "collectif à plat" de concilier les qualités urbaines et économiques (notamment au niveau des voiries réseaux divers [VRD]) du logement collectif avec les qualités fonction-

nelles de la maison, en tenant compte de ses possibilités d'extension extérieure. Ainsi, la résidence présente d'une part le front urbain d'un petit collectif de deux étages sur une placette triangulaire qui articule l'opération au quartier, et d'autre part, perpendiculairement, une série de trois unités de douze maisons en bande, à la manière de "villas" desservies par des ruelles centrales qui suivent la légère déclivité du sol. La grande surface du terrain a autorisé une faible densité, permettant d'incruster entre les unités des "coulées vertes", jardins collectifs qui s'ou-



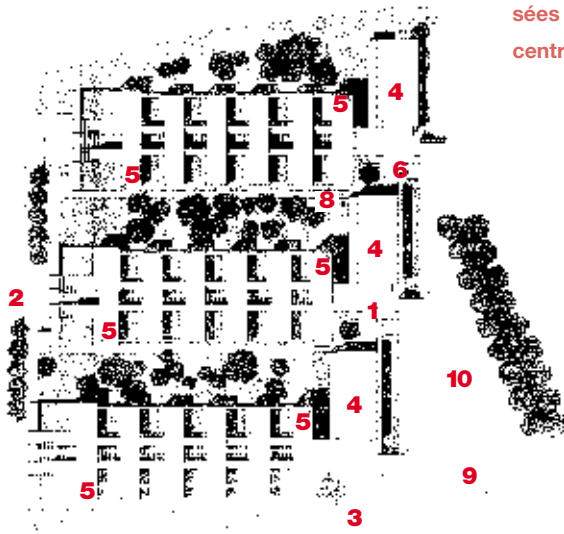
vrent au sud-est sur le bois. Ainsi, l'ensemble des logements bénéficie d'une vue, par des échappées latérales pour les maisons, directement de face pour les appartements du petit collectif.

### Une utopie devenue réalité

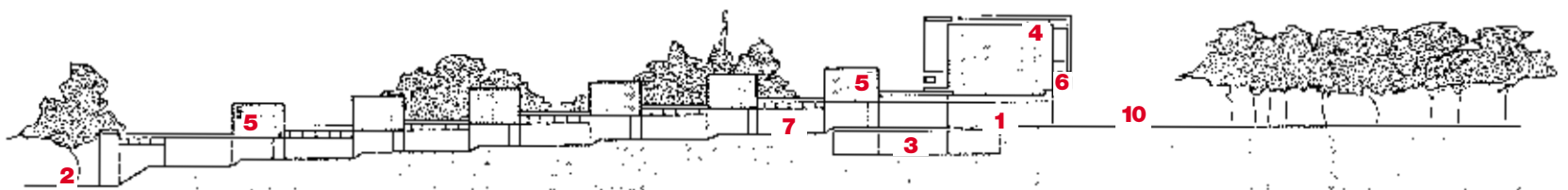
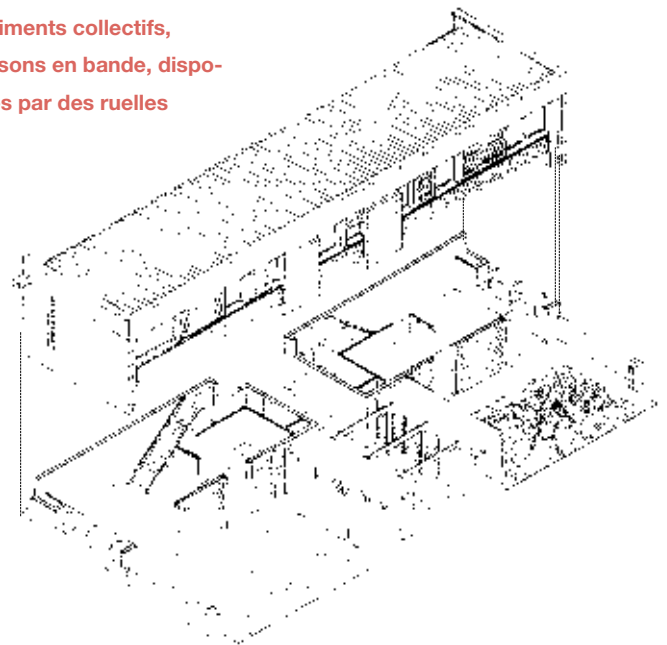
Ce projet s'inscrit dans une recherche que les architectes poursuivent depuis leurs années de formation, dans l'intention de réaliser des logements "en nappe". L'idée, jugée à l'époque comme quelque peu "utopique", trouve ici un lieu d'application adéquat : par sa surface et son environnement, le terrain du concours, en effet, se prêtait bien à l'idée d'un urbanisme de maisons en bande dans une version adaptée au site et au programme. L'ouverture de la ville à des architectes non locaux, et la confiance du président de l'office HLM qui avait en son temps côtoyé l'édification de l'Inspection acadé-



▲ Perpendiculairement aux petits bâtiments collectifs, une série de trois unités de douze maisons en bande, disposées à la manière de "villas" desservies par des ruelles centrales, suit la pente du sol.



- 1 • Entrée haute
- 2 • Entrée basse
- 3 • Entrée parking
- 4 • Logements aériens
- 5 • Logements terriens
- 6 • Coursives
- 7 • Ruelles
- 8 • Coulées vertes
- 9 • Kiosque
- 10 • Placette





mique de Chaumont (première œuvre des architectes, construite en 1988), ont constitué des conditions favorables pour que cette recherche puisse être finalisée.

### Typologie variée

Deux logements types ont été étudiés, déterminés par leur principe de desserte : les logements “terriens”, au nombre de trente-six, sur un modèle de base de trois pièces, desservis par les ruelles qui dévalent la pente, sont posés sur le sol naturel et empruntent à l’habitat individuel le jardin en pleine terre, avec un accès direct sur les jardins collectifs. Les logements “aériens”, au nombre de trente-deux, déclinés sur un prototype de deux pièces, dotés de terrasses et de jardinières en balcon sur le paysage, sont construits sur pilotis au-dessus d’un par-



▲ Depuis les trois halls d’entrée ouverts sur la place, le projet décline une gradation progressive des espaces publics jusqu’aux espaces privés.



▲ Les logements “aériens”, dotés de terrasses et de jardinières en balcon sur le paysage, sont desservis par des coursives ouvertes sur le ciel.

king, et desservis par des coursives communes en relation avec le ciel. À partir de ces deux modules de base, le projet propose une variété typologique allant du deux au cinq-pièces. Tous les types de logements sont en duplex, afin de garder la spécificité du logement individuel, avec une double hauteur qui amplifie le volume de l’escalier et une entrée bien distincte, sur la ruelle ou la coursive. Quelques logements “à plat”, accessibles de plain-pied depuis les halls d’entrée du petit collectif, répondent pour l’ensemble de l’opération aux normes liées aux personnes handicapées.

### Un principe de diversité

Chaque maison est contenue dans un volume parallélépipédique, bordé d’une bande de jardin contiguë, qui forme un entrelacs alternant le plein et le vide, de part et d’autre des coulées vertes, en décalage pour éviter les vis-à-vis. Les variations typologiques sont réglées par l’ajout d’une pièce supplémentaire en pont au-dessus de la ruelle, attribuée alternativement à l’un ou à l’autre des appartements afin de réaliser des trois ou quatre-pièces. Les grands appartements de cinq pièces constituent la frange sud de l’opération côté forêt : ils sont dessi-



nés sur le modèle des maisons, avec une extension en équerre autour du jardin pour les chambres supplémentaires. Un léger porte-à-faux à la fin de chacun des trois blocs qui forment le collectif permet d’échapper à la trame des deux-pièces, et d’offrir la surface supplémentaire nécessaire pour créer des trois-pièces.

### L’art des transitions

La résidence décline une gradation progressive des espaces publics vers les espaces privés, de la zone urbaine vers la zone “verte”,



# Entretien avec Pierre Bolze et Simon Rodriguez

“Il n’y a pas d’architecture sans idée”

## L’ACTE CRÉATIF

**Construction Moderne :** *Le mode de production actuel du bâti et ses contraintes laissent-ils place à l’invention ?*

**Simon Rodriguez :** Plus il y a de contraintes, et plus on est obligé d’être inventif. La question qui nous est éternellement posée est “comment faire au mieux avec le minimum ?” C’est-à-dire comment être le plus généreux possible par rapport à un budget donné ? En ce qui nous concerne, nous cherchons toujours à repousser les limites d’un espace intérieur vers l’extérieur, pour obtenir son extension maximale, ainsi qu’une émotion spatiale particulière.

Il est certain que l’acte créatif n’est pas seulement dans le premier jet de l’esquisse, mais aussi dans le développement du projet, dans la mise au point d’un détail ; c’est un long processus.

**Pierre Bolze :** L’invention est toujours possible si le maître d’ouvrage pose ses demandes en termes d’objectif, et non en termes d’utilisation de moyens. C’est l’actuel débat sur les normes qui substituent précisément des moyens à des objectifs. D’autre part, on ne peut pas tout réinventer sur chaque pro-

jet : un projet se nourrit de la production précédente, de l’actualité, de l’histoire. Il nous appartient de déterminer où va se porter l’invention par rapport à un savoir-faire qu’il ne s’agit pas de remettre en question à chaque fois.

## LE CHOIX DU MATÉRIAU

**C. M. :** *Le béton est un matériau que vous privilégiez dans vos bâtiments. Quelle en est la raison ?*

**P. B. :** Nous choisissons souvent de laisser le béton apparent car nous croyons que la structure n’est pas un élément autonome, dissociable de l’architecture. Laisser la structure émerger est un choix architectural, même si elle ne doit pas obligatoirement être omniprésente.

**S. R. :** En même temps, le béton coulé en place est un matériau qu’il faut façonner : c’est un élément vivant qui porte la trace du dernier acteur qui le met en œuvre. Le béton brut possède une texture proche de la terre sur laquelle il s’installe.

**C. M. :** *Votre méthode de construction a-t-elle évolué depuis les premiers édifices construits ?*

**P. B. :** Nous n’avons pas changé fondamentalement de

pensée depuis nos premiers bâtiments. Pour nous, laisser le béton apparent est une marque d’exigence. Tout le processus qui a permis son exécution devient essentiel. En cela, c’est un matériau “pédagogique”. Le béton est un matériau qui exige que toutes les étapes de sa fabrication soient bien validées pour arriver à une mise en œuvre satisfaisante. De ce point de vue, nous avons “musclé” nos descriptifs pour obtenir une meilleure pérennité.

## LES GRANDS PRINCIPES DE CONSTRUCTION

**C. M. :** *La répétition est un mode de composition que vous semblez privilégier dans votre architecture. Comment dépassez-vous la monotonie qu’elle peut engendrer ?*

**P. B. :** La répétition est un mode de composition que nous n’écartons pas *a priori*, au contraire. En ce qui concerne les logements de Chaumont, la répétition d’une même unité nous a permis de travailler de manière plus approfondie, en raffinant les détails, en améliorant les prestations dans un budget de logements PLA, avec du carrelage dans le séjour, des menuiseries en aluminium, des escaliers en bois massif, des volets de bois, etc.

**S. R. :** Ce projet a été l’occasion pour nous de franchir deux tabous hérités des années soixante qui touchent le béton et la répétition, trop souvent considérés comme synonymes de pauvreté. C’est une démonstration que l’un et l’autre ne sont pas négatifs en eux-mêmes. Le béton est un matériau tellement facile à utiliser qu’il a autorisé à une certaine époque la paresse intellectuelle que l’on connaît. Nous savons aujourd’hui que son aspect dépend du soin que l’on porte à sa mise en œuvre. Pour échapper à la monotonie que l’on peut faire naître d’une trop grande répétition, nous avons travaillé sur les rythmes, les articulations, le rapport au sol, au ciel, au paysage. Une répétition sur une distance de 20 ou 30 m n’est pas perçue de la même manière que sur 100 ou 200 m. C’est une question d’échelle, de proportions. La place Saint-Marc de Venise en est une preuve formelle ! Dimension collective d’un groupement de maisons, traitement des espaces extérieurs, prise en considération d’un site particulier : l’architecte a sa place, aujourd’hui plus que jamais, dans le domaine de la maison individuelle.

PROPOS RECUEILLIS  
PAR NATHALIE RÉGNIER



depuis les trois halls d'entrée ouverts sur la place vers le haut du terrain, au nord, jusqu'aux jardins privés qui descendent en gradins vers le bois. Le parking commun de 78 places est un lieu à part entière, éclairé naturellement, ouvert et ventilé, en relation visuelle avec les jardins. C'est un espace de rencontre qui permet, par l'économie de sa conception, de dégager plus de place pour la végétation. De la même façon, une série d'éléments architectoniques, conçus dans un esprit de bonne gestion, assurent le caractère privé des espaces extérieurs, dans le prolongement des logements. Dans la partie collective, les voiles de refend séparateurs des logements isolent les terrasses et scandent la façade. Pour clôturer les jardins, des



▲ **Le béton brut et le bois, ici réunis, combinent leurs textures et fabriquent une architecture "domestique".**

abris extérieurs assurent l'intimité du côté des ruelles de desserte : espaces couverts mais pas hermétiquement fermés, construits au moyen de deux équerres de béton préfabriqué, ils sont occultés par des parois légères de bois tressé, et protégés par des toitures de zinc posées sur une simple pergola de bois qui se prolonge de part et d'autre de la ruelle. Par contraste avec le béton brut, ces matériaux sont autant d'occasions d'accrocher la lumière, ils rythment la promenade et la rendent plus domestique pour les habitants des lieux. L'emploi de bardages en bois de pin, dans ce département le plus boisé de France, répond également à une volonté des architectes de diversifier l'aspect du béton par l'apport de textures différentes.

**NATHALIE RÉGNIER** ■

### **Économie et structure**

*La mise en œuvre du projet a bénéficié de la rationalité de sa conception, et aussi de sa répétitivité. La structure est en béton coulé en place, jouant sur deux trames principales de 3,60 m et de 5,40 m. Les architectes ont systématiquement opté pour des banches en bois plutôt qu'en métal. Ils préfèrent la souplesse d'utilisation des coffrages en bois qui autorisent toutes les modifications, alors que le coffrage métallique a des fonds fixes. À Chaumont, les fonds de coffrage sont constitués de panneaux de contreplaqué de 1,20 x 0,60 m, qui calepinent la surface du béton de joints saillants sous forme de "balèbres" et créent une sous-trame par rapport aux joints creux en V des reprises de coulage. Ce fin quadrillage du béton en surface permet d'absorber, entre autres, les défauts de planéité.*

*Tous les voiles extérieurs ont une épaisseur minimale de 20 cm, pouvant aller à certains endroits jusqu'à 24 cm. Selon les architectes, ce léger surdimensionnement des structures représente une différence de prix minime par rapport à l'intérêt du point de vue de la pérennité.*

*Cela permet en outre de pouvoir engraver certains éléments comme les clinis de bois des façades ou les grilles de ventilation, ou bien même de réaliser des plinthes en creux au pied de chaque mur et d'éviter ainsi les salissures.*

*Certains éléments architectoniques ont été réalisés en béton préfabriqué, comme les panneaux d'allège en béton rainuré des terrasses, les auvents et diverses poutres.*

*Les panneaux préfabriqués sont clavetés et non boulonnés, pour une meilleure pérennité là encore. Le joint de clavetage est toujours pensé de manière à rester invisible. Par souci d'économie, les toitures sont en bacs acier, intégrés dans les volumes par l'intermédiaire d'acrotères, de chéneaux et d'auvents de béton.*

MAÎTRISE D'OUVRAGE : **OPHLM DE LA VILLE DE CHAUMONT**

MAÎTRISE D'ŒUVRE : **PIERRE BOLZE ET SIMON RODRIGUEZ-PAGES, ARCHITECTES, JEAN-PIERRE SILVESTRE, ARCHITECTE ASSISTANT**

ÉCONOMISTE : **ÉRIC LOISEAU**

BET STRUCTURE : **BETC MASSE-ROUSTAN**

ENTREPRISE GROS ŒUVRE : **TRABAT**





Rennes Université

# Où le béton donne sa mesure

À RENNES, LE RÉAMÉNAGEMENT PROGRAMMÉ D'UNE PARTIE DU CAMPUS UNIVERSITAIRE A DONNÉ LIEU À DES BÂTIMENTS VOLONTAIREMENT SOBRES, SANS FIORITURE. L'ARCHITECTE A EMPLOYÉ ICI UN BÉTON DE PAREMENT DE TYPE MAGENTA, UNE VIEILLE CONNAISSANCE DES RENNAIS.



▲ Les nouveaux bâtiments organisent le cœur du campus et créent un lieu propice au bien-être des étudiants.

**Le campus** de Beaulieu à Rennes se développe sur un site agréable, verdoyant et vallonné, assez proche du centre-ville. Le plan de masse et les bâtiments d'origine du campus ont été dessinés dans les années soixante par Louis Arretche, l'urbaniste de la ville de Rennes pendant près de trente ans.

Pendant de nombreuses années, le restaurant et la bibliothèque, signe majeur de l'identité universitaire du lieu, se sont trouvés isolés au cœur du campus. De plus, le

restaurant – un bâtiment métallique ajouté *a posteriori*, peu esthétique et contesté – était en rupture avec les autres constructions. La nécessité de créer de nouveaux locaux d'enseignement et de réaménager le pôle de restauration a permis de lancer un concours d'architecture visant à redynamiser cette partie du campus. Pour cette consultation, le maître d'ouvrage a fait appel aux huit équipes primées à la session de 1991 du PAN-Université.

## Un impératif de continuité

Une des contraintes majeures de la commande consistait à conserver le restaurant existant pour qu'il puisse continuer de fonctionner lors du chantier. Parallèlement, il était demandé de le neutraliser dans le nouveau projet, pour qu'il ne soit plus visible lorsque l'ensemble de l'opération serait terminé. Lauréat du concours, l'architecte Claude Montfort s'explique : "Pour ce projet, nous nous sommes très largement inspiré du site et de la logique du plan de masse de Louis Arretche. Nous reprenons le principe d'une disposition en peigne pour les premiers bâtiments, et nous nous appuyons aussi sur la forte déclivité du terrain pour laisser filer le regard vers le lointain. Il s'agissait de construire, à partir de



bâtiments simples dans leur volumétrie et en accord complet avec ce qui existait déjà, un lieu du campus destiné à être très fréquenté.”

Le plan de masse organise le cœur du campus et met en valeur les qualités intrinsèques de sa topographie. L'opération prend place entre un parking au sud et la bibliothèque au nord. Cette dernière se trouve en contrebas de 4 m par rapport au parking. Quatre bâtiments parallélépipédiques et de gabarit similaire sont disposés en lignes parallèles. Ils se répartissent par paires, de part et d'autre d'un grand escalier situé dans l'axe du hall d'entrée de la bibliothèque. Un cinquième bâtiment qui abrite le restaurant universitaire est disposé perpendiculairement à un groupe de deux parallélépipèdes, formant avec eux une figure en U qui enveloppe intégralement l'ancien restaurant, transformé en cuisine, et le soustrait ainsi au regard. En plus de ces volumes bâtis, le plan

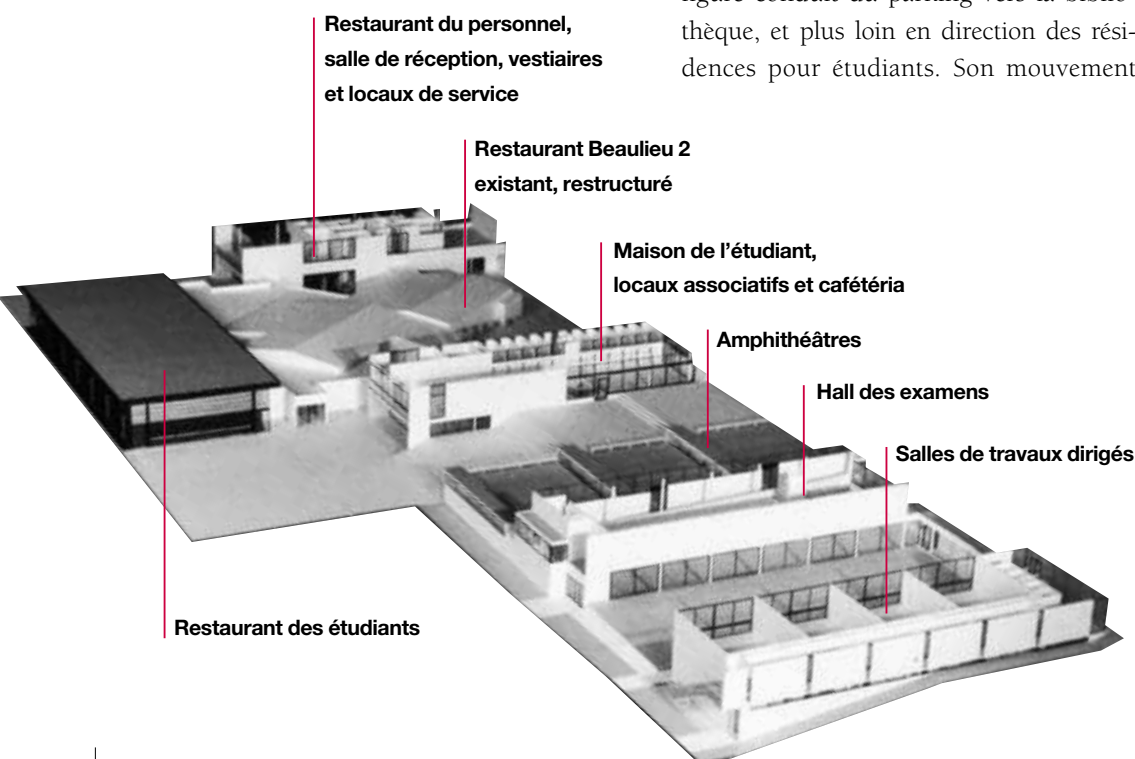


▲ Les façades alternent les parois en béton brut ou sablé et les plans vitrés transparents.

de masse aménage aussi “des cours ou des passages”. L'escalier qui est au centre de la figure conduit du parking vers la bibliothèque, et plus loin en direction des résidences pour étudiants. Son mouvement

souligne le sens général de la pente du terrain. Ouvert sur la bibliothèque et les frondaisons du campus, le restaurant décline une architecture de métal et de verre aux lignes très épurées. La salle est un vaste espace double

◀ Le bâtiment le plus à l'est est réservé au personnel. Son vis-à-vis, qui forme l'autre branche de la figure en U, constitue la maison de l'étudiant, dont la cafétéria au rez-de-chaussée est toute proche de l'entrée du restaurant universitaire. Les bureaux des associations et des syndicats étudiants se répartissent à l'étage tout au long d'un hall lui-même largement ouvert sur le grand escalier central. Le bâtiment situé à l'extrémité ouest du plan de masse contient des salles de travaux dirigés réparties sur deux niveaux. Les trois amphithéâtres et le hall des examens sont regroupés dans la même entité.





« Dans ce projet, j'ai eu la volonté de fabriquer des bâtiments simples, sans grand geste formel ou prouesse technique, avec du béton coulé en place. J'ai attendu du béton qu'il soit performant face à une demande somme toute commune. Le béton n'est pas uniquement structurel, il est reconnu comme étant capable de s'afficher, par la qualité de son parement, comme matière d'architecture. »

CLAUDE MONTFORT

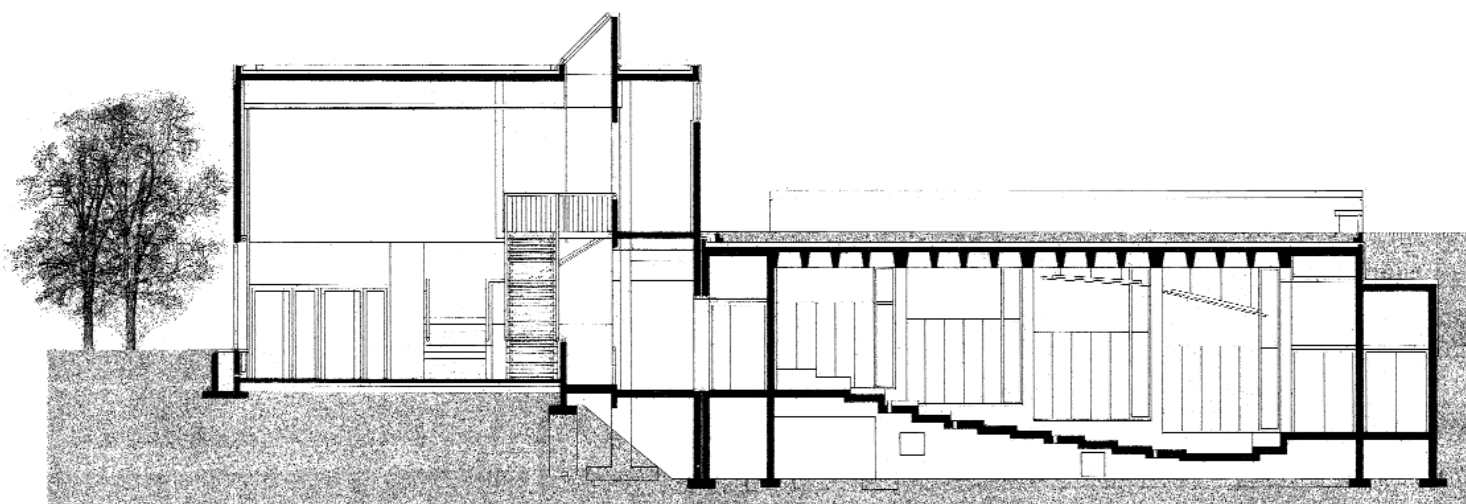


▲ La salle du restaurant des étudiants s'ouvre généreusement sur le paysage du campus.

hauteur continu, clair et très transparent, où l'on profite pleinement du paysage environnant. Les quatre autres bâtiments sont construits en béton coulé en place, ici laissé brut de décoffrage, là très légèrement sablé.

Les menuiseries en aluminium laqué noir sont au nu extérieur. Ces différents bâtiments présentent de grandes façades planes qui alternent parois opaques en béton brut et plan vitrés transparents. L'acrotère, lui

aussi en aluminium de couleur sombre, couronne chacune des entités dont il souligne la stricte épure. Trois amphithéâtres partiellement enterrés "étagent" leurs volumes de béton à l'ouest du grand escalier.





### Le béton type Magenta

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, le béton de type Magenta dont on entend parler pour différentes réalisations à Rennes et dans ses environs n'a rien de commun avec la couleur qu'il évoque. Sa formulation a été mise au point par le producteur de BPE rennais Béton Chantiers de Bretagne pour la réalisation des parties en béton de parement de la maison provinciale des religieuses de la Congrégation de Jésus (cf. projet publié dans *Construction Moderne* n° 87), située à l'intersection de la rue Aubry et du boulevard Magenta. C'est donc de cette artère de la ville de Rennes que le béton Magenta tire son appellation.

Les bétons de type Magenta sont formulés à l'identique, sur les mêmes pourcentages de composants. Bien mise en œuvre, cette formulation permet d'obtenir un beau béton de parement brut. Si la qualité et la durabilité de ce béton sont constantes – sous réserve d'une bonne exécution –, son aspect pour sa part peut varier, les conditions étant différentes d'une opération à l'autre. Ainsi, par exemple, sa couleur grise peut connaître de petites variations en fonction de certains composants, en particulier les sables. Les bétons de type Magenta présentent une résistance caractéristique de 30 MPa. En ce qui concerne les caractéristiques de la formule béton, on peut citer les points suivants : ciment + addition : 380 kg ; granulométrie : 0/20 ; adjuvant : plastifiant réducteur d'eau ; plasticité : 14 cm ± 3.



▲ Le hall des examens fait aussi office de foyer, où viennent se retrouver les étudiants. Première caractéristique : une agréable impression d'espace.

### Donner un sentiment d'espace

Le hall des examens occupe tout l'espace intérieur du parallélépipède qui l'abrite. Par l'intermédiaire d'un jeu de plans inclinés et d'escaliers longitudinaux, il donne aussi accès aux trois amphithéâtres qui lui sont accolés. En dehors des périodes d'examen, ce généreux espace double hauteur fait office de foyer, dans lequel se retrouvent les étudiants en dehors des heures de cours. Une circulation en coursive à l'étage permet de rejoindre le parking ou le grand escalier central par des cheminements transversaux aménagés sur les toitures plantées des amphithéâtres. D'une capacité de 200 places chacun, les trois amphithéâtres sont identiques. Soucieux, pour des raisons esthétiques, de ne pas avoir de faux plafond en fibre minérale, l'architecte a dessiné un plafond à caissons en béton coulé en place. Dans ces volumes partiellement enterrés et opaques, Claude Montfort a aménagé une

arrivée de lumière naturelle et des échappées visuelles vers le ciel. Des sheds émergeant des toitures-terrasses plantées éclairent les couloirs de circulation latérale séparant les amphithéâtres. Des ouvertures percées sur un côté permettent à la lumière naturelle de pénétrer dans chaque salle.

Cette architecture de lignes à la géométrie simple est très dessinée, afin de disposer chaque élément de façade à sa juste place. L'écriture des façades intègre des éléments aussi différents que des petits bureaux pour des associations, des salles de cours, des amphithéâtres, etc., et donne une unité à





Dans chaque amphithéâtre, ►  
l'architecte a dessiné un plafond à caissons  
réalisé en béton coulé en place.

l'ensemble des bâtiments. Les espaces intérieurs font aussi l'objet d'un travail très élaboré dans leur rapport avec l'environnement extérieur et les constructions voisines. La qualité et la diversité de ces lieux sont encore soulignées par la composition des opacités et des transparences, qui jouent avec la lumière et les plans intérieurs colorés. Ici, le béton brut est un matériau qui s'affiche. Il construit et définit avec force ces volumes qui s'insèrent avec justesse dans la topographie et dans l'existant. La couleur



### **Simplicité et qualité**

*À l'exception du restaurant, tous les bâtiments de ce projet sont construits en béton. Les systèmes structurels sont simples. On trouve des voiles périphériques associés selon les cas à des refends ou à des ensembles poteaux-poutres. Des dalles alvéolées précontraintes sont utilisées pour la couverture du hall des examens. Dans les amphithéâtres, une structure poteaux-poutres supporte le plafond à caissons en béton.*

*Les parties du projet laissées brutes de décoffrage sont réalisées avec le béton de type Magenta décrit en p. 14. Pour obtenir un parement de qualité, l'entreprise CBL a pris un certain nombre de précautions dans l'exécution des ouvrages. Le béton est coulé dans des banches métalliques et une cire végétale est appliquée soigneusement sur la peau coffrante à l'aide d'un chiffon afin d'éviter toute coulure qui nuirait au parement du béton. Les banches sont parfaitement calfeutrées et étanchées entre elles pour éviter toute fuite de laitance. Un travail de calepinage des banches a été réalisé par l'architecte en concertation avec l'entreprise, pour obtenir une répartition harmonieuse des trous d'entretoise et des joints d'arrêt de coulage. Pendant le coulage, une vibration normale et méthodique est effectuée tous les 50 à 60 cm. Le béton utilisé est fluide : il présente en effet un affaissement de 16 cm au slump test. Cette fluidité ne réclame pas une vibration trop forte et contribue à éviter bullage et marbrures. Les raccordements de coulage sont marqués par des joints creux obtenus par l'intermédiaire d'une baguette placée en partie haute du coffrage. Le coulage est interrompu à la moitié de la baguette. Ainsi, lors de la reprise de bétonnage, le raccord sera totalement invisible. Le béton, laissé brut ou légèrement sablé, reçoit un traitement hydrofuge et une protection anti-graffitis, tous deux invisibles.*

gris clair du matériau répond harmonieusement à la lumière changeante de Bretagne. Claude Montfort a dessiné une architecture du quotidien "mesurée", qui affirme une image contemporaine sans concession au pittoresque ou au décoratif. Avec simplicité, avec harmonie, le travail de l'architecte est resté à l'échelle du lieu et de l'utilisateur. Élégance et rigueur des formes, des espaces, comptent au nombre des qualités essentielles de ces nouveaux volumes et participent au bien-être des étudiants.

**NORBERT LAURENT** ■

MAÎTRISE D'OUVRAGE : : MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE

MAÎTRISE D'ŒUVRE : CLAUDE MONTFORT,  
ARCHITECTE ; M. OLLANESCU,  
E. LAFFARGUE, E. FIQUET, ARCHITECTES  
ASSISTANTS

BUREAU D'ÉTUDE STRUCTURE : SIO

ENTREPRISE : CBL/GTB ENTREPRENEURS  
GROUPÉS SOLIDAIRES, ENTREPRISE  
GÉNÉRALE

Portugal Lisbonne

# Le pont Vasco-de-Gama



## LE CHANTIER EN CHIFFRES

- 1 916 pieux forés ou battus d'un diamètre allant de 0,70 m à 2,20 m pour les fondations.
- 3,5 millions de m<sup>3</sup> de terrain ont été terrassés, en particulier pour la construction des accès nord et sud (2 millions de m<sup>3</sup>).
- 3 millions de m<sup>3</sup> d'alluvions ont été dragués afin de créer un chenal de 200 m de large.
- 1,2 million de m<sup>2</sup> de coffrages.
- 700 000 m<sup>3</sup> de béton ont été coulés pour former les fondations, les culées, les piles, les pilônes, ou encore les 400 000 m<sup>2</sup> de surface du tablier.
- 100 000 tonnes d'aciers passifs ont armé les bétons.
- 15 000 tonnes d'aciers ont été consommées pour la précontrainte.
- 192 haubans, représentant un poids de 1 670 tonnes.

AUSSI LONG QUE LA DISTANCE QUI SÉPARE VINCENNES DE LA DÉFENSE, LE PONT VASCO-DE-GAMA COMPTE PARMIS LES PLUS GRANDS PONTS DU MONDE. OUVRAGE D'ART TITANESQUE, IL AURA CONSOMMÉ 700 000 M<sup>3</sup> DE BÉTON POUR RELIER LES RIVES NORD ET SUD DE LISBONNE. OUVRAGE D'ART MOSAÏQUE, VITRINE TECHNOLOGIQUE, IL FRANCHIT L'ESTUAIRE DU TAGE EN MULTIPLIANT LES TECHNIQUES ET LES MÉTHODOLOGIES. SOUVENT EN INNOVANT, TOUJOURS EN VISANT LA PLUS GRANDE EFFICACITÉ.

**Depuis le 29 mars** dernier, les Lisbonnais peuvent enfin éviter les embouteillages qui depuis près de vingt ans engluent le pont du 25-Avril aux heures de pointe. Avec l'inauguration du pont Vasco-de-Gama, ils disposent d'une alternative "nord" pour le franchissement de l'estuaire du Tage. Et ne s'en privent pas. Près de 30 000 véhicules empruntent aujourd'hui quotidiennement un viaduc attendu de longue date, et dont la mise en service a précédé de quelques





semaines l'ouverture de l'Exposition internationale. À terme, c'est près de 130 000 véhicules par jour qui sont attendus.

Loin de ne servir qu'aux seules liaisons entre les rives gauche et droite de Lisbonne, l'ouvrage s'inscrit dans un schéma routier de première envergure. Il constitue le maillon central d'un tracé autoroutier qui doit favoriser les transferts entre le nord du Portugal à vocation industrielle et le sud dédié surtout au tourisme. Ainsi, il doit décongestionner les routes locales, tout en favorisant l'accès à Setúbal, à l'Algarve ainsi qu'à l'Espagne depuis Porto, située au nord.



### L'environnement préservé

On ne construit pas une liaison autoroutière de 18 km sans prendre de précautions en matière de protection de l'environnement. Le nouveau pont sur le Tage n'échappe pas à la règle. Sa conception tient compte des impératifs de préservation de la faune et de la flore locales. Sur la rive sud du Tage, en particulier, il a été décidé de construire la nouvelle traversée en viaduc et non en terrassement, de façon à limiter l'impact sur le milieu naturel, constitué de marais salants et d'une zone humide servant de halte aux oiseaux migrateurs. Au printemps, les entrepreneurs se devaient d'ailleurs d'interrompre les travaux de construction durant une période de trois semaines afin de ne pas perturber la nidification. Une fois les travaux réalisés, les 150 000 m<sup>3</sup> de remblais mis en place pour la réalisation du viaduc sud ont été réacheminés jusqu'au lieu d'emprunt, redonnant ainsi



à la zone son aspect initial. Un point essentiel pour créer la réserve naturelle de 400 ha prévue par les autorités portugaises. Dans le même esprit, les installations de préfabrication des bétons – en particulier celle de Seixal, sur la rive sud – ont été intégralement démantelées une fois leur mission accomplie.

### Chantier européen

L'envergure de l'ouvrage interdisait sa réalisation par un seul groupe, aussi important soit-il. Trois grands groupements d'entreprises étaient en lice, menés tous trois par des entreprises françaises. C'est finalement le groupement formé par Campenon Bernard SGE et le britannique Trafalgar House, associés à parts égales, complété de six entrepreneurs locaux, qui emporta l'appel d'offres lancé par le gouvernement portugais. Pour des raisons d'organisation, chacune de ces entreprises s'est vu confier une partie de l'ouvrage, gagnant ainsi la possibilité de faire valoir ses méthodes et techniques "propres" tout en se sentant particulièrement concernée par la première des contraintes du chantier : des délais extrêmement courts.

En effet, s'il a fallu 20 ans pour que le projet d'une seconde traversée sur le Tage soit lancé, le groupement constructeur n'avait devant lui que 44 mois pour matérialiser l'ouvrage. Le chantier, commencé en octobre





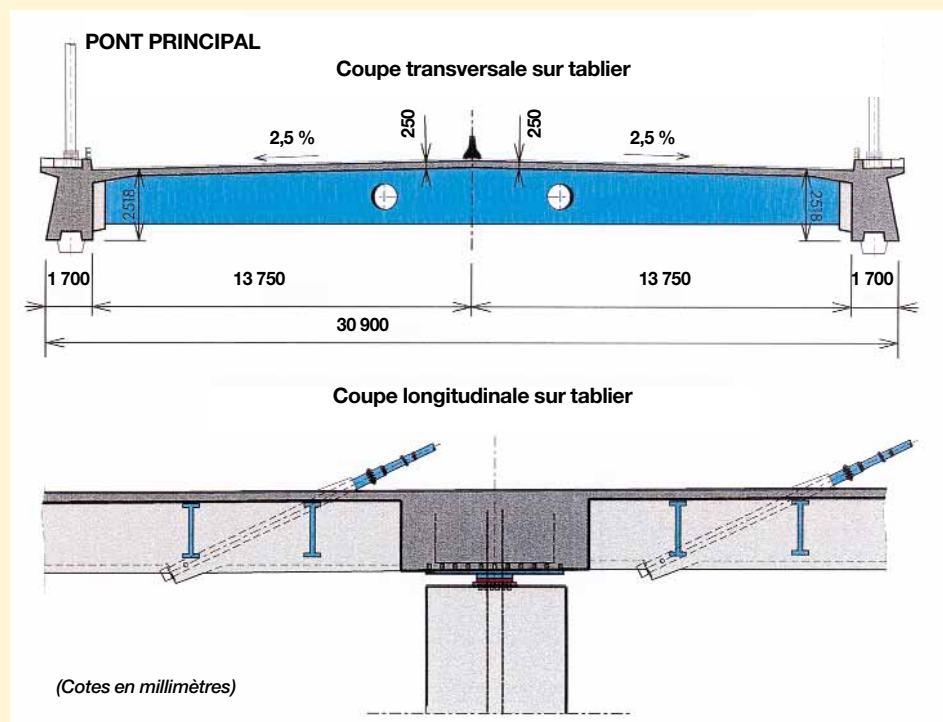
1994, devait impérativement être livré à temps pour l'Exposition internationale et ses millions de visiteurs. L'enjeu était de taille puisqu'un dépassement était susceptible d'occasionner la déchéance de la concession.

### Une liaison en huit chantiers

Outre les péages et les bâtiments d'accompagnement, dessinés par Mario Suakay, le pont Vasco-de-Gama proprement dit est l'œuvre de l'architecte Charles Lavigne. Longueur : 12,3 kilomètres. Un chiffre qui se monte à

17,2 kilomètres lorsque l'on intègre les échangeurs et viaducs d'accès.

D'ailleurs, ce n'est pas un, mais plusieurs ponts qui enjambent les 10 kilomètres de la "mer de paille", nom donné au Tage pour sa largeur et les reflets de ses eaux limoneuses. L'ensemble a été séparé en huit chantiers distincts et clairement identifiables. Du nord au sud, le tracé débute par l'accès nord qui offre une jonction avec le Cril et les autoroutes A1 et EN 10, ainsi que les échangeurs de Sacavem et de Portela. Il se poursuit par le viaduc nord qui étend ses 488 m de lon-

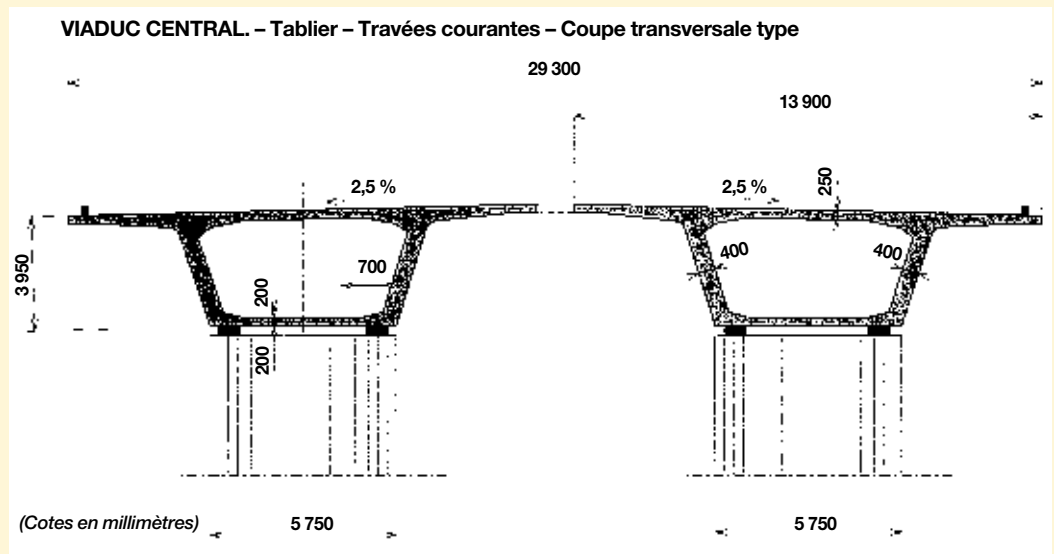


▲ Le mode constructif des pylônes du pont principal est comparable à celui du pont de Normandie. Ici, les coffrages grimpants ont atteint la fin de leur course et culminent à 150 m au-dessus du Tage. Les premiers éléments préfabriqués du tablier sont hissés avec leurs équipages mobiles, procurant un gain de temps précieux sur le planning initial. Au prix d'une opération délicate et de la mise en œuvre d'une technologie de pointe.

gueur de tablier en dalles nervurées de largeur variable. Le viaduc de l'Exposition, long de 672 m, surplombe à une hauteur de 40 m le site de la foire au moyen de voussoirs préfabriqués et conjugués. Dans sa continuité, le pont principal, ouvrage majeur, est un pont haubané de 829 m qui préserve la principale des trois passes navigables ménagées par les concepteurs. Le viaduc central détient la palme de la longueur avec ses 6 531 m de tablier. Le viaduc sud développe ses 3 825 m de tablier en dalle nervurée de largeur constante lancés au-dessus de Samouco. Il est prolongé d'une plate-forme autoroutière à 2 x 4 voies de 3 900 m de long menant elle-même au dernier tronçon de la liaison : l'échangeur de Coïna qui, grâce à ses 4 910 m de tablier, procure aux automobilistes venant du nord l'accès à l'anneau de Coïna et à l'autoroute A12.

### Aux portes de la ville

Le pont à haubans est, sinon le plus long, du moins le plus impressionnant des ouvrages formant le pont Vasco-de-Gama. Ses deux pylônes et sa nappe de haubans signalent à l'automobiliste venant du sud l'arrivée au seuil de la capitale. Sa travée principale de 420 m entre les deux pylônes permet aux navires d'emprunter la *cala do Norte*, la plus grande passe navigable du fleuve, pour peu qu'ils n'excèdent pas une hauteur de 45 m, soit la hauteur du tirant d'air de l'ouvrage avec un niveau de Tage moyen. La construction des deux pylônes de 150 m de haut est en elle-même un véritable chantier dans le chantier. Chaque pylône en H repose sur 44 pieux forés de 2,20 m de diamètre. Le bétonnage des pieux (200 m<sup>3</sup> de béton) est pratiqué depuis une centrale à béton flottante. Les deux jambes des pylônes sont reliées entre elles, de manière à leur procurer une meilleure inertie. Leur embase est par



### À l'épreuve des séismes

À chaque niveau, le pont Vasco-de-Gama est prévu pour résister à des vents de 250 km/h. Mais la capitale lusitanienne étant une zone de forte activité tellurique, l'ouvrage a en outre été conçu pour résister à des tremblements de terre de forte magnitude.

Plusieurs dispositions parasismiques ont été prises pour qu'il résiste à un tremblement de terre quatre fois et demie supérieur à celui qui détruisit partiellement Lisbonne en 1755, faisant alors plusieurs dizaines de milliers de morts.

Ces dispositions s'appliquent essentiellement au pont principal et au viaduc central.

Les appuis du viaduc central sont de deux natures : des appuis fixes, sur les deux piles centrales ; des appuis bloquant les déplacements transversaux mais permettant les déplacements longitudinaux, une précaution indispensable pour éviter la transmission d'efforts excessifs aux piles lors de la dilatation du tablier. L'ensemble tablier-pile est toutefois rendu monolithique en cas de séisme grâce au blocage des coupleurs hydrauliques mis en œuvre de part et d'autre des appareils d'appui unidirectionnels. Le groupement a par ailleurs mis en œuvre des joints de chaussée spéciaux



qui autorisent des déplacements longitudinaux d'un mètre en cas de séisme.

Ses concepteurs ont développé une structure originale pour protéger le pont principal. Le tablier ne repose pas sur les deux pylônes en béton de 150 m de haut, mais il est au contraire soutenu par le haubannage, à l'instar d'une balançoire dont le mouvement permettrait d'absorber les accélérations des tremblements de terre. La seule liaison entre pylônes et tablier est faite d'amortisseurs transversaux et longitudinaux qui autorisent des mouvements latéraux de 2 m à la clé et des mouvements longitudinaux de 1,6 m maximum. En cas de séisme, des voussoirs de forme spéciale ont été conçus pour éviter la transmission des vibrations, au nord, aux tabliers du viaduc de l'Exposition, et, au sud, au viaduc central.



▲ Plusieurs méthodes de construction ont été mises en œuvre : les éléments du tablier du viaduc de l'Exposition ont été assemblés à la grue.



▲ La préfabrication a été généralement privilégiée pour la construction des tabliers, faisant ainsi bénéficier l'organisation des travaux de sa souplesse intrinsèque.



▲ Le viaduc sud, solidement établi sur quatre piles et un chevêtre d'appui, élance ses 3,8 kilomètres au-dessus des marais salants.

ailleurs protégée du choc accidentel d'un bateau de fort tonnage par des éperons en béton. Les pylônes sont érigés au moyen de coffrages autogrimpants spécialement dessinés pour le chantier, suivant des hauteurs de levée types de 3,60 m. Les levées courantes ont pu être exécutées à la cadence d'une levée en deux jours. Les bétons du pylône sud sont pompés depuis la rive nord sur une distance de 600 m, jusqu'à une trémie où il sont recueillis par benne. Au niveau de la levée 20, une entretoise précontrainte conforte la structure de chaque pylône, tandis qu'entre les levées 25 et 29, les pylônes passent progressivement d'une inclinaison de 9° à la verticale et peuvent, au-delà, accueillir les haubans (8 x 24) soutenant le tablier.

### Tablier express

L'importance de la portée centrale du pont principal interdisait la mise en œuvre d'éléments préfabriqués pour la constitution du tablier. Celui-ci est composé de deux poutres de 2,60 m de hauteur et de 1,80 m d'épaisseur, solidarisées par des barres d'entretoise métalliques et un hourdis de 25 cm d'épaisseur. Le court délai imparti pour la réalisation du tablier a conduit le

groupement à imaginer une solution originale pour l'amorce des travaux. En réalisant au sol les trois premiers voussoirs, le groupement s'est sorti astucieusement de cette phase critique, gagnant ainsi trois mois sur le planning initial. L'opération a donné lieu à une première mondiale en matière de levage : hisser, en une seule fois, un colis de 16 x 33 m formé des trois voussoirs et de l'équipage mobile destiné au coulage ultérieur des voussoirs réalisés à l'avancement.

### Des bétons "suradjuvants"

Le laboratoire central des Ponts et Chaussées a été sollicité pour la mise au point des bétons employés pour les pylônes du pont principal. Il est vrai que l'équation était complexe : le matériau devait à la fois autoriser un pompage sur une longue distance, s'adapter à un ferrailage particulièrement dense, supporter un décoffrage à 24 h et atteindre 35 MPa à 36 h pour résister à la mise en précontrainte. L'emploi d'un fluidifiant (Chrysofluid GT) et d'un superplastifiant (Chrysoplast E) a permis de pomper cette formulation caractérisée par un très faible rapport eau/ciment (0,38 en zone de mar-

Au moyen de quatre puissants treuils, les 2 000 tonnes ont pu être hissées en près de 8 heures à leur hauteur définitive d'une cinquantaine de mètres. Le reste du tablier a été réalisé plus classiquement par encoffrements successifs en mettant en œuvre quatre équipes mobiles. De concert, ces derniers permettaient de réaliser quotidiennement 7 m de tablier, soit une surface de 220 m<sup>2</sup>. Mais cette phase du chantier reste entachée d'un tragique acci-

nage, 0,33 en eau libre). Huit kilogrammes d'adjuvants par mètre cube ont été utilisés, sur un chantier qui en aura consommé 5 500 tonnes au total. Résultat, sortis de la centrale avec un *slump* de 22 cm, les bétons présentent encore après pompage un *slump* de 19 cm qui simplifie leur mise en œuvre. Ces bétons atteignent une résistance de 80 MPa, plus pour des raisons structurelles que par souci de longévité. Les cendres volantes ont été préférées aux fumées de silice – contrairement au pont de Normandie –, afin essentiellement de limiter la fissuration et les phénomènes qui en découlent.



**Le viaduc central, le plus long des ouvrages, a été érigé en des temps records grâce à l'emploi de moyens exceptionnels pour la pose de travées entières.**

dent : le 10 avril 1997, l'un de ces équipages s'est détaché partiellement, provoquant la chute de quinze personnes, dont six succomberont à leurs blessures.

### Le pont le plus long

Le viaduc central qui s'intercale entre le pont principal et le viaduc sud est sans conteste l'autre ouvrage majeur du pont Vasco-de-Gama. Majeur, il l'est par sa taille, puisque ses 75 travées courantes et ses 6 531 m, qui franchissent successivement les passes navigables de Barcas et de Samora, en font le plus long des ouvrages construits sur l'estuaire du Tage. Majeur, il l'est aussi et peut-être surtout par la méthodologie et les moyens hors du commun déployés pour sa construction.

Les débats engagés autour de la fabrication de ses piles ont finalement abouti à une solution utilisant des piles coulées en place, fondées sur des pieux battus de respectivement 1,70 m et 2,20 m de diamètre, ancrés dans le substratum à 70 m et 90 m de profondeur. Le tablier est quant à lui formé de deux poutres-caissons longues de 78 m, qui correspondent à la longueur des travées courantes, et larges de 13,90 m. La contrainte liée aux délais très courts a conduit le groupement concepteur-constructeur à opter pour la préfabrication et la pose de travées entières.

L'usine provisoire de préfabrication a été implantée à Seixal, une bourgade dont la situation, sur un affluent du Tage, à 25 kilomètre en aval du pont, favorisait le transport



### Un financement international

Le pont Vasco-de-Gama compte parmi les ouvrages majeurs construits aujourd'hui en Europe et rivalise à ce titre avec le pont de Normandie, le tunnel sous la Manche ou encore le Storebaelt. L'ampleur du projet requerrait un financement de près de 6 milliards de francs, fournis par plusieurs organismes. L'Union européenne a procuré l'essentiel du financement au travers d'une subvention du Fonds européen de solidarité (34 %) et du prêt accordé par la Banque européenne d'investissements (33 %), prêt garanti par un pool bancaire international.

S'ajoutent à ces financements un prêt de la Ceca (4 %), des fonds propres (10 %), une contribution de l'État portugais (9 %), un prêt des constructeurs, et aussi les revenus des péages du pont du

25-Avril entre le 1<sup>er</sup> janvier 1996 et le 1<sup>er</sup> janvier 1998 (7 %).

Le projet a utilisé la forme de la concession-construction, c'est-à-dire que le groupement chargé de son exécution est aussi mandaté pour son exploitation. Dans ce cas, le contrat de concession, signé le 24 mars 1995 entre les autorités portugaises et le consortium Lusoponte, s'applique aux deux ponts sur le Tage.

La concession est effective sur une période de 33 ans à compter de la signature, soit jusqu'en 2027, à supposer que la limite de 2,25 milliards de passages cumulés sur le viaduc Vasco-de-Gama et le pont du 25-Avril n'ait été franchie. Dans le cas contraire, le contrat échoirait avant la date fixée et l'État portugais retrouverait *de facto* la propriété du nouveau pont.



▲ Le pont Vasco-de-Gama étend sa splendeur sur la “mer de paille”. Il s’élève progressivement pour offrir un tirant d’air de 45 m sur la principale passe navigable du Tage.

maritime de la production. Les voussoirs élémentaires, coulés dans des cellules indépendantes, sont clavetés par huit pour former une poutre monolithique pesant entre 1 800 et 2 200 tonnes. Les 150 poutres utilisées sont produites sur deux bancs au rythme d’une poutre tous les deux jours. Apportées en bordure de quai par un portique géant, elles sont ensuite appréhendées par le Rambiz, un engin de levage spécialement conçu pour le chantier. La double grue sur barge mise au point par Scaldis-Van Semeuren offre une capacité impressionnante : elle permet de lever 2 800 tonnes

à une portée de 25 m et jusqu’à 50 m de hauteur, soit jusqu’au point le plus haut du viaduc central, à l’endroit de son clavage avec le pont à haubans. La mécanisation de la pose s’est montrée payante. Elle a permis l’achèvement de l’ensemble de l’ouvrage en moins de 20 mois.

#### Des bétons sous haute surveillance

L’appel d’offres ne comportait aucune clause particulière quant à la qualité des bétons à mettre en œuvre. Pour autant, le groupement concepteur-constructeur se voyait imposer une obligation de résultat : garantir pour l’ouvrage une durée de vie de 120 ans.

Les calculs de structure retenus prenaient en compte des bétons offrant trois classes de résistance : B 40 pour les fondations et les appuis des ouvrages terrestres ; B 45 pour

les appuis des ouvrages maritimes et les tabliers du viaduc central et du viaduc sud ; B 50 pour les tabliers du pont à haubans.

Cette obligation de tenue dans le temps conduisit toutefois à la confection de bétons hautes performances pour les parties de l’ouvrage soumises au marnage. Ces BHP sont produits en centrale au moyen d’un ciment CEM IV prise mer classe 32,5 contenant 22 % de cendres volantes pour ouvrages marins, associées à un superplastifiant. Une batterie de tests ont été mis en place pour tenir compte de la résistance aux agressions du milieu, notamment au taux de salinité des eaux du Tage, qui, au niveau de l’estuaire, est équivalent à celui de l’Atlantique (85 %). Des modèles ont été définis pour prévoir l’évolution de la perméabilité à l’oxygène, la porosité, la carbonatation et la diffusion des chlorures, responsables de la corrosion des armatures. La profondeur de carbonatation et la pénétration des ions chlorures seront d’ailleurs mesurées périodiquement durant toute la vie de l’ouvrage.

PHILIPPE MORELLI ■



MAÎTRE D’OUVRAGE : **GATEL**

MAÎTRISE D’ŒUVRE : **CHARLES LAVIGNE, MARIO SUAKAY, ARCHITECTES**

CONCESSIONNAIRE : **LUSOPONTE**

BET : **SEC INGÉNIERIE**

CONSTRUCTEURS : **NOVAPONTE, CAMPENON BERNARD SGE, HAGEN (FILIALE SGE), TRAFALGAR HOUSE, BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, MOTA & COMPANHIA, SOMAGUE, TEXEIRA DUARTE, EDIFER**

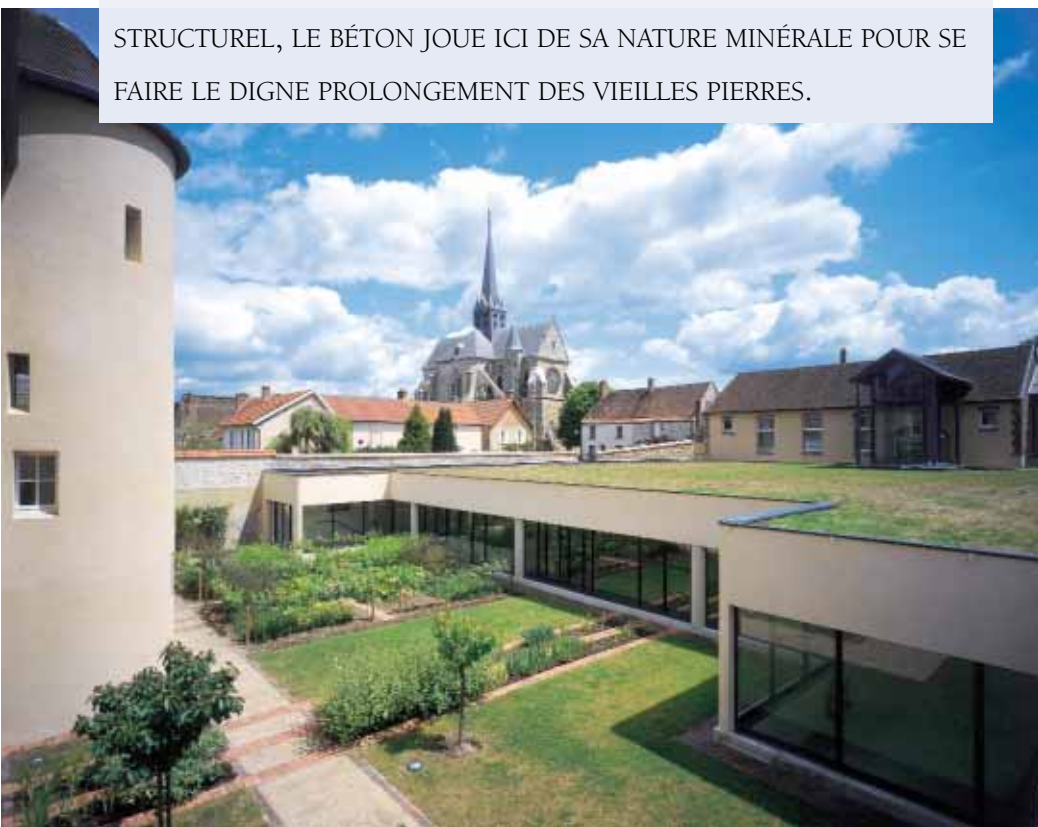




Orbais-l'Abbaye Usine Axon

# Discrète par nature

EN RÉINTERPRÉTANT LE PATRIMOINE D'ORBAIS-L'ABBAYE, PRÈS DE REIMS, LES ARCHITECTES DU STUDIO MARÉCHAUX ONT ENFOUI L'USINE AXON DANS LA VERDURE ET DANS L'HISTOIRE. ÉLÉMENT STRUCTUREL, LE BÉTON JOUE ICI DE SA NATURE MINÉRALE POUR SE FAIRE LE DIGNE PROLONGEMENT DES VIEILLES PIERRES.



▲ Proche d'une abbatale du XII<sup>e</sup> siècle, la nouvelle usine respecte le lieu et son échelle. Elle se niche dans un cloître de verdure entre un édifice Renaissance et deux anciennes écoles.

**Le maire** d'Orbais-l'Abbaye, Pierre-Yves Jardel, valorise son patrimoine pour revitaliser son village. Soutenu par la région et la communauté de communes, cet objectif rejoignait la politique d'Axon Câble, une entreprise exportatrice de câbles de haute technologie. Au fil de sa croissance, Axon répartit son activité dans diverses unités en réinvestissant des bâtiments anciens. Réalisée

par le Studio Maréchaux, la nouvelle usine relais illustre cette démarche. Située dans le périmètre de protection d'une abbatale du XII<sup>e</sup> siècle et à peine décelable de l'extérieur, elle respecte l'échelle des lieux et se niche dans un cloître de verdure en annexant un édifice Renaissance, flanqué d'un donjon et de deux anciennes écoles.

## Au creux des vieilles pierres

La volonté de s'intégrer au site allait de pair avec la recherche d'une écriture contemporaine. Protéger l'usine des regards répondait aussi à des exigences de confidentialité industrielle. Si la construction d'une extension semi-enterrée surmontée de toitures recouvertes de verdure satisfaisait à ces contraintes, il restait à lui conférer des qualités d'espace et de luminosité compatibles avec la création de deux halles de production fonctionnelles, flexibles et confortables. C'est ici que la structure en béton – et notamment les poutres précontraintes préfabriquées de grande portée – prend tout son sens. En raison du bruit des machines et d'un process industriel exigeant de maintenir à l'intérieur des locaux une température constante, ces choix structurels sont pertinents en termes d'inertie thermique et d'isolation phonique. S'ajoutaient des complica-





tions liées à un terrain sillonné de sources souterraines, qui ont entraîné des décisions particulières lors des fondations.

### Les pourquoi du béton

“Trois raisons nous ont conduit à préférer le matériau béton au bois ou à l’acier, affirme l’architecte. Dans cette implantation semi-enterrée, lui seul pouvait exprimer l’aspect tellurique de l’affouillement. Il s’est également imposé pour libérer au maximum la halle de production et pour supporter le poids de la toiture-terrasse recouverte de verdure.” Bornée par deux rues étroites et cernée par d’anciens murs de clôture, l’usine se développe sur 4 000 m<sup>2</sup> en se calant sur l’ancien parcellaire. Profitant d’un dénivelé de 4 m, les architectes ont enterré la majeure partie de l’extension au centre de la parcelle. Les deux anciennes écoles abritent la halle de livraison et l’accueil du personnel. Elles sont articulées par un bâtiment d’entrée vitré dont la toiture à deux pentes reprend la silhouette des charpentes du village.



▲ La structure en béton de l’usine reprend les lignes de force du site. De l’extérieur, rien n’a changé hormis la présence d’une grille dans le mur d’enclos pour laisser voir le jardin et le bâtiment ancien. Le bâtiment d’entrée et le monte-charge qui émerge révèlent l’intervention contemporaine.



### ▲ Sol argileux et grandes portées

Compte tenu de la nature du terrain, on a ménagé sous le dallage du sol de la halle de production un espace autorisant le gonflement éventuel de l’argile verte, sensible aux variations

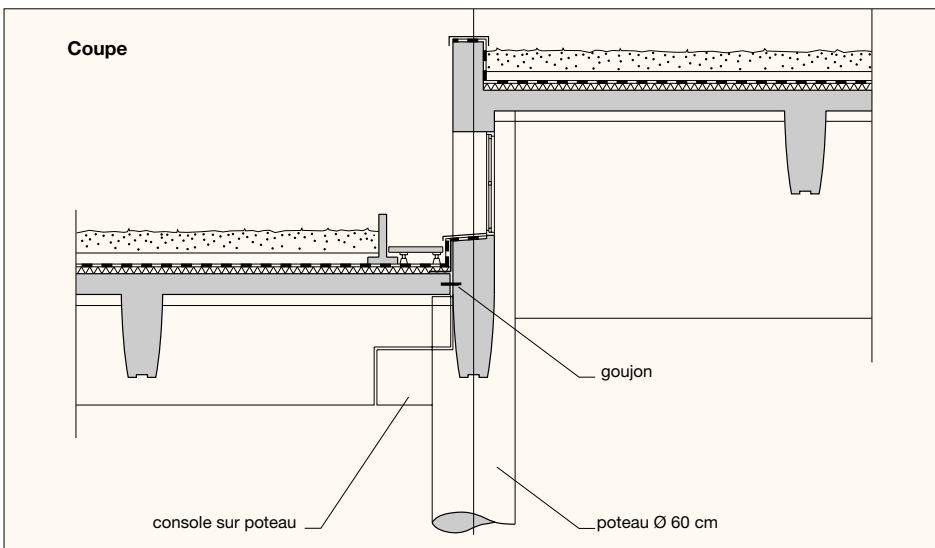
hygrométriques. Ce système intègre la mise en place de dalles alvéolées de 20 cm d’épaisseur et de 8 m de portée. Elles reposent sur des semelles en béton armé de 70 x 100 x 30 cm supportant des longrines de 40 x 40 cm.

Les dalles alvéolées autorisant la mise en place de la chape de compression après le clos-couvert, on peut ainsi éviter toute dégradation de surface liée aux travaux de second œuvre ou aux intempéries.





◀ ▲ Aussi rapides à mettre en œuvre qu'une structure métallique, les éléments en béton préfabriqués permettent de respecter un planning rigoureux. Deux astuces ont permis aux architectes de réduire la hauteur des nervures précontraintes pour privilégier la qualité spatiale. Une goulotte en sous-face intègre l'éclairage, tandis que des préperçements latéraux tous les 90 cm soutiennent les barres métalliques supportant la climatisation, les fluides et les réseaux électriques inhérents au process. Ces réservations qui favorisent la flexibilité des installations requéraient une synthèse précise entre les plans BA et bétons précontraints, les plans techniques et ceux du lot ventilation-chauffage.



Ce volume de facture contemporaine cadre des vues sur le bâtiment Renaissance – dévolu aux bureaux – qui longe la rue opposée. La halle d'expédition s'y accole. Soulignée par l'utilisation de béton enduit, sa géométrie simple imite celle de l'existant pour assurer la transition avec les maisons voisines. Portés par des poutres en béton précontraint, les 1 800 m<sup>2</sup> de la halle de production occupent le centre de l'enclos. Ils se répartissent dans deux volumes distincts dont la hauteur a été décalée pour amener la lumière à l'intérieur en libérant des vues sur l'abbatiale.

Dès l'entrée, l'utilisation du matériau béton révèle la lisibilité du parcours et le parti architectural. Tandis qu'un escalier monumental met en évidence la relation entre la rue haute et la rue basse, un mur lisse en béton banché raccroche l'extension au



pignon de pierre de l'ancienne école. Dans les halles de production, où le nombre de poteaux a été volontairement limité pour offrir le maximum de liberté et de mobilité aux machines, les échappées visuelles sont permanentes. Intégré au ressaut qui sépare en deux volumes la halle de production, un bandeau vitré laisse entrer la lumière tout en répondant aux contraintes de sécurité et de désenfumage. À la charnière des deux hauteurs, un patio planté dessine un jardin d'Orient qui fait écho au jardin d'Occident qui jouxte le donjon. Pour répondre aux impératifs du process industriel sans altérer



▲ **L'escalier associe béton lisse et béton sablé. Coulé en place, il a aussi un rôle structurel. Des banquettes en forme de "talus" confortent l'assise du bâtiment.**



▲ **Les poteaux ont été coulés en place dans des coffrages carton. Ils ont été sablés pour imiter la pierre des bâtiments anciens.**

les qualités d'espace et de lumière, la hauteur des poutres qui structurent les halles a été soigneusement étudiée.

En découvrant ces locaux modernes baignés de lumière où le béton donne une assise au lieu, les clients nippons d'Axon ne peuvent qu'apprécier cette approche profondément patrimoniale.

CHRISTINE DESMOULIN ■

MAÎTRE D'OUVRAGE : COMMUNAUTÉ  
DE COMMUNES DE LA BRIE-DES-ÉTANGS  
MAÎTRISE D'ŒUVRE : STUDIO MARÉCHAUX,  
ARCHITECTES ; LAURENCE JOUHAUD,  
PAYSAGISTE ; CTB ALAIN LAURENT, BET  
SURFACE : 3 956 M<sup>2</sup> HO  
ENTREPRISE GROS ŒUVRE : SNC SOTRAM  
CONSTRUCTION  
PRÉFABRICATION : USINE FEDER BÉTON  
DE REIMS



Paris Logements

# L'urbanisme parisien réinventé

SITUÉES CHACUNE À UNE EXTRÉMITÉ DE LA CAPITALE, LA ZAC DE BERCY ET LA ZAC DUPELIX ONT LA SEINE EN COMMUN. AUTRES LIENS DE PARENTÉ : LE CABINET LLTR ARCHITECTES, MAÎTRE D'ŒUVRE DES DEUX OPÉRATIONS, ET LE BÉTON PRÉFABRIQUÉ.



▲ Bercy



▲ Duplex

**Si les grands projets** présidentiels de ces vingt dernières années marquent Paris de leur empreinte forte, la restructuration des friches industrielles de la capitale est l'autre élément majeur de cette transformation. Que ce soit à Reuilly, à Bercy, à Austerlitz, à Duplex ou le long du quai André-Citroën, Paris reconvertit ses anciens sites industriels ou commerçants autour d'opérations qui

marient logements, équipements de quartier, jardins et parcs publics. De nouvelles formes architecturales et urbaines naissent des cahiers des charges des zones d'aménagement concerté qui organisent ces quartiers. Leurs typologies, qui allient modernité et classicisme, sont réglées par des hauteurs, des gabarits ou des tons de façade imposés en référence aux modèles haussmanniens. Elles aussi resteront emblématiques de cette fin de siècle soucieuse de forme urbaine, d'identité et d'échelle humaine.

## Deux ZAC, deux cahiers des charges

C'est dans ce contexte que les quatre architectes associés de LLTR viennent de livrer, simultanément, deux immeubles de logements. Deux opérations intégrées dans des zones d'aménagement concerté dotées de cahiers des charges précis, construites l'une pour un maître d'ouvrage privé, l'autre pour un opérateur de logements conventionnés.

À Bercy, ce sont 87 logements PLI qui ont été réalisés dans le prolongement de la régulation du front du nouveau parc amorcée par l'architecte Jean-Pierre Buffi, depuis le Palais omnisports jusqu'aux abords du périphérique. L'immeuble est situé en retrait par rapport au parc. Il ouvre au sud sur une petite place et s'organise, suivant la logique



de l'îlot classique, autour d'un espace privatif utilisé en jardin. Sa volumétrie répond au cahier des charges qui imposait une succession d'immeubles longilignes le long de la rue, complétés à l'arrière par une seconde strate de petits bâtiments.

La seconde opération se situe dans la ZAC Dupleix, à proximité de la tour Eiffel. Élaboré par Jean-Paul Viguier, le plan de masse du nouveau quartier distribue des immeubles autour d'un généreux jardin ouvert au public, à la manière du Palais-

Royal. Les bâtiments trouvent leur spécificité de par leur situation imbriquée entre différents espaces publics : la rue qui borde le bâtiment à l'arrière côté sud, le jardin à l'avant, les allées piétonnes traversantes sur les côtés... ■

## Bercy : l'élégance du béton



**À Bercy,** les allèges et les balcons en béton architectonique structurent la façade de l'immeuble par de longues bandes filantes. Le système constructif marie des refends et des planchers coulés en place avec des façades préfabriquées porteuses de 16 cm d'épaisseur. Celles-ci participent pour une grande part au report des charges des dalles qui portent sur quatre côtés.

Le rez-de-chaussée du bâtiment donnant sur la place est destiné à un usage commercial. Il est traité par un système de poteaux et de poutres qui reprennent tous les voiles des étages. Il est percé par un porche qui laisse deviner, depuis la place, l'intervention réalisée par la plasticienne Élisabeth Ballet

sur le jardin intérieur. À ce niveau, les façades sont totalement vitrées sur la rue, tandis que sur l'arrière, des châssis sont disposés en alternance avec des éléments massifs d'un aspect semblable à celui des modules préfabriqués des étages supérieurs. Ce ne sont cependant que des remplissages en maçonnerie, recouverts d'une vêtue agrafée de 3 cm d'épaisseur en béton armé par un voile de fibre de verre.

En partie haute, l'acrotère est intégré au panneau du dernier niveau, qui organise ainsi un couronnement du bâtiment. Deux types de béton préfabriqué ont été choisis pour accuser la composition de l'immeuble et distinguer clairement les espaces avant,

▲ **Les allèges et les balcons en béton poli ou sablé structurent et rythment la façade.**

qui donnent sur le parc, de la façade arrière. Les spécifications sont celles de produits courants et économiques dont les couleurs, proches de la pierre, répondent aux tonalités demandées sur Paris. Les éléments clairs sont en béton de marbre des Pyrénées, et traités de manière à présenter un poli marbrier. Leur tonalité blanc-ocre s'oppose à celle des bétons sablés, composés de granulats gris mêlés à de petits gravillons roses. Ces panneaux, dont les architectes ont défini la granulométrie, les couleurs et le choix des granulats, ont reçu un traitement hydrofuge pour que l'eau s'écoule facile-





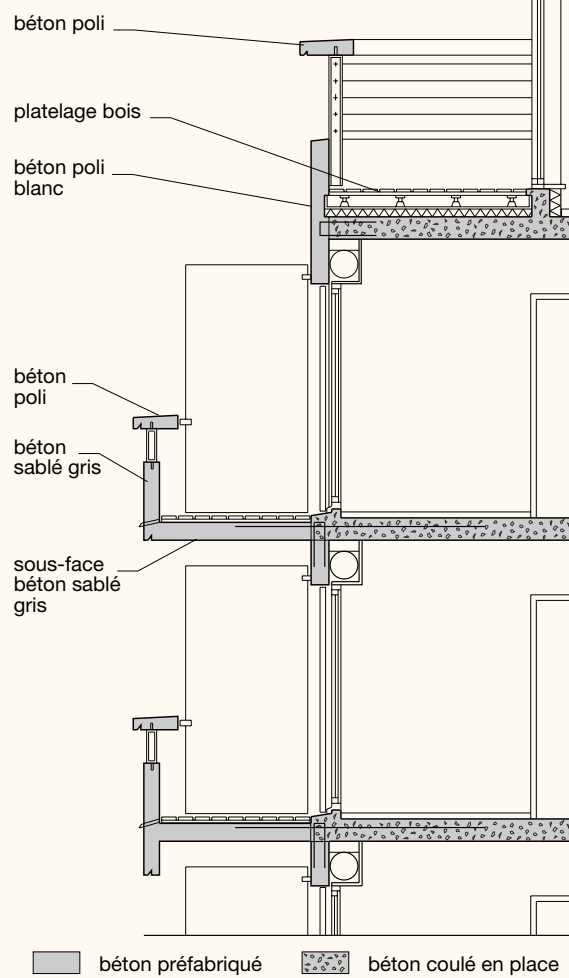
▲ En partie haute, les duplex offrent des espaces agréables et lumineux.



▲ Sur les deux opérations, les façades sont équipées de balcons filants en béton, constitués d'une allège et d'un appui décollés par des platines métalliques peintes en noir. Les deux éléments sont boulonnés à Duplex, et scellés à Bercy.

ment et pour que la poussière n'accroche pas sur leur surface un peu rugueuse. L'homogénéité des teintes sur l'ensemble de l'opération résulte sans doute de l'obligation faite à l'entreprise, dans le CCTP, de s'approvisionner et de stocker dès le début de la fabrication l'ensemble des granulats nécessaires à la réalisation des panneaux. ■

### Coupe sur les balcons préfabriqués



### Bercy : assemblage de précision

Conçu autour d'un système refends-planchers réalisé en béton armé coulé en place, l'immeuble de Bercy présente des allèges en béton architectonique qui participent à la structure des planchers. Pour mettre en œuvre cette technologie, l'entreprise GTM a élaboré un outil de montage spécifique permettant le positionnement et le réglage des allèges dans les trois dimensions avant leur clavetage sur les refends et le coulage des planchers. Il s'agit de poteaux métalliques composés de deux profils en U dans lesquels coulisse un sabot réglable en hauteur au millimètre près. L'incorporation de douilles de rail Halfen dans le sabot permet, par ailleurs, le réglage dans les deux dimensions du plan vertical. Cet étalement spécifique, qui prenait appui sur le niveau inférieur, a permis d'affiner le positionnement des éléments sans recourir à des outils comme les barres à mine, qui auraient risqué d'abîmer la finition des pièces.

Les balcons de la façade sud ont aussi été entièrement préfabriqués en usine. Il s'agit de pièces en L de 1,50 m de débord, qui intègrent dans un même moule la fabrication du plancher et du garde-corps. Cette disposition assure à l'architecture une continuité d'aspect et une parfaite finition de la façade de la terrasse et de sa sous-face. Leur mise en œuvre a été réalisée grâce à un outil semblable à celui qui a servi pour les façades, et qui permet de régler les éléments dans les trois dimensions avant le coulage des planchers.



## Duplex : le béton en contrepoint

**Sur la ZAC Duplex,** les façades marient la pierre, le verre et le béton. L'idée d'un ouvrage totalement réalisé en panneaux préfabriqués architectoniques, comme à Bercy, n'a pas été retenue par un promoteur privé pour qui le terme même de "préfabriqué" évoquait une architecture sans aucun rapport avec le standing de l'opération envisagée. Cela n'a cependant pas empêché les architectes de le convaincre d'employer des éléments en béton de marbre de Carrare, pour mettre en valeur ou souligner certains traits et certains des éléments de la composition.

### Des façades très travaillées

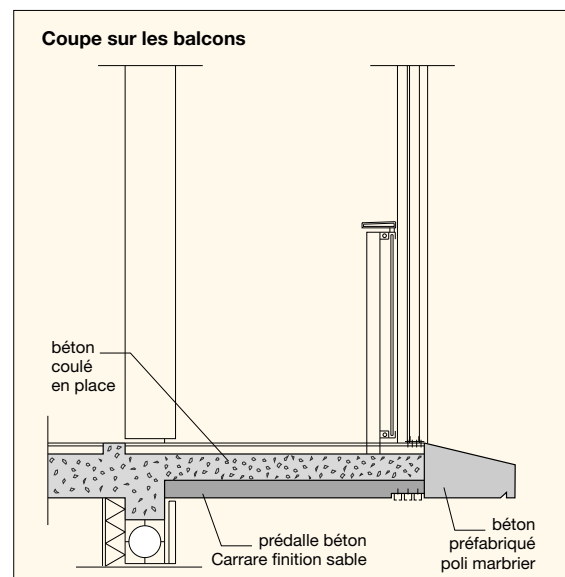
Ainsi, la façade sur rue est fortement structurée par des bandeaux filants. Au niveau des nez de dalle, des débords horizontaux de 40 cm gèrent le dessin des ouvertures et règlent le problème du C + D. Cette disposition, qui crée une épaisseur en façade, ajoute de l'intimité à la pièce et dissimule les occupants depuis la rue lorsqu'ils sont accoudés aux balcons. Ces débords font

aussi office de corniches, qui évitent les coulures et les salissures en façade. Côté jardin, le problème des vis-à-vis est réglé par un cadre géant qui organise et



▲ Des éléments en béton de marbre de Carrare accompagnent la composition des façades.

oriente fortement les vues. Les composants horizontaux et verticaux de cette figure sont préfabriqués en béton de marbre de Carrare. Clavetés à la structure coulée en place, ils créent un premier plan, une épaisseur qui donne au volume son échelle vis-à-vis du jardin et dans laquelle les logements se pro-





longent par des loggias et des balcons. Leur teinte bleu-blanc s'associe avec celle, plus soutenue, du parement de granit qui habille les terrasses d'une part, et des claustras cou-lissants en caillebotis métalliques qui assu- rent leur occultation d'autre part. Dans les deux cas, comme pour les appuis saillants ou certains trumeaux de fenêtre exécutés en béton poli, la mise en œuvre des structures a été réalisée en premier lieu, certains éléments en béton préfabriqué étant ensuite rapportés, comme des éléments de façade rideau.

### Le béton, matériau de standing

Alliés à de la pierre agrafée à Dupleix, ou utilisés en matériau dominant à Bercy, les éléments en béton architectonique dessinés par LLTR Architectes ont montré leurs per- formances techniques, mais aussi leurs capacités économiques et plastiques dans le cas d'une utilisation en façade dans des quartiers prestigieux de Paris, sur des opéra- tions de logements en promotion privée comme sur des programmes conventionnés.

HERVÉ CIVIDINO ■

#### ZAC BERCY – PARIS, 87 LOGEMENTS PLI

MAÎTRE D'OUVRAGE : OPAC DE PARIS

MAÎTRISE D'ŒUVRE : LLTR –  
LE BOURSICOT, LOTH, TESTAS, ROBERT,  
ARCHITECTES

BET : SEEBCO

ENTREPRISE GÉNÉRALE : GTM

PRÉFABRICATION : MSA

#### ZAC DUPELIX – PARIS, 109 LOGEMENTS + COMMERCE

MAÎTRE D'OUVRAGE : MEUNIER PROMOTION

MAÎTRISE D'ŒUVRE : LLTR –  
LE BOURSICOT, LOTH, TESTAS, ROBERT,  
ARCHITECTES

BET : SEC INGÉNIERIE

ENTREPRISE GROS ŒUVRE : HERVÉ SA

## Rencontre avec les architectes

# “Un choix plastique et intellectuel”

### Construction Moderne :

À Bercy, les façades sont com-  
posées en totalité d'éléments préfa-  
briqués en béton architectonique.  
Qu'est-ce qui a motivé ce choix ?

**LLTR Architectes :** C'est un choix plastique et intellectuel. Les élé- ments en béton architectonique per- mettent, grâce à un même matériau, de résoudre les problèmes de struc- ture, d'enveloppe, d'étanchéité et d'aspect d'un bâtiment. C'est extrê- mement séduisant. C'est aussi beaucoup plus difficile qu'avec un procédé plus traditionnel, où il y a toujours une intervention qui peut corriger ou rattraper une erreur, ce qui n'est pas le cas avec des élé- ments porteurs architectoniques.

**C. M. :** À quel moment avez-vous établi le dessin définitif de ces façades ?

**LLTR Architectes :** Nous avons tout d'abord dessiné un premier calepinage et des prescriptions d'aspect avant l'appel d'offres. Le travail s'est poursuivi avec l'entre- prise retenue pour la réalisation du projet lorsque nous avons pu savoir comment les pièces allaient être fabriquées et posées.

Le second point très important est l'étanchéité du bâtiment. C'est un travail collectif avec l'entreprise qui, s'il n'est que peu visible, assure la pérennité de l'ouvrage et évite tout désordre. Le positionnement des

isolants et la manière dont les pièces s'emboîtent les unes dans les autres ont une incidence très forte sur le calepinage et sur le traitement des joints entre panneaux. Ainsi le des- sin que nous avons établi avant l'appel d'offres a été remis en cause à partir du moment où nous avons pu parler avec l'entreprise des outils qu'elle allait mettre en œuvre, et mesurer sa culture technique et ses méthodes. Pour nous, le problème s'est alors posé d'en tirer le meilleur parti.

**C. M. :** Quelle charge de travail le procédé de la préfabrication impose-t-il en termes d'études ?

**LLTR Architectes :** La préparation et la mise au point des éléments préfabriqués demandent un travail plus important que pour une solu- tion traditionnelle. Il est nécessaire non seulement de mettre au point le calepinage des éléments avec le bureau d'étude de l'entreprise, mais aussi de vérifier tous les plans d'exécution avec une acuité extrême puisqu'une pièce béton qui participe à la fois à la structure du bâtiment et à son aspect se doit d'être impeccable. *A contrario*, cette technologie permet de juger de l'as- pect définitif de la façade dès la phase d'assemblage : en effet, c'est un même élément qui permet d'étancher, de porter et d'assurer la finition.

PROPOS RECUEILLIS PAR HERVÉ CIVIDINO



## Nantes Parking

# Un monolithe en clair-obscur

INITIATRICE DU RENOUVEAU DU TRAMWAY EN FRANCE, LA VILLE DE NANTES POURSUIT SON IDÉE : POUR CONVAINCRE LES AUTOMOBILISTES D'ABANDONNER LEUR VOITURE, ELLE INAUGURE MAINTENANT LE STATIONNEMENT MODÈLE. DESCRIPTION D'UN PARKING "DE RABATTEMENT" EN BÉTON LASURÉ.



▲ Monolithe de béton et de métal, le parking d'Orvault affirme sa présence par sa double originalité : celle de sa conception et celle de son esthétique.

**Tout vient** du tramway. À Nantes, il y a belle lurette que ce transport public a prouvé son efficacité. Pratique, silencieux, propre, il a surtout l'avantage de désengorger la ville en incitant les particuliers à laisser leur voiture au garage. Pour appuyer la tendance, le district de l'agglomération nantaise s'est lancé dans une politique de construction de parkings dits de rabatte-

ment, en périphérie, tout près des stations de tramway et de bus, d'abord en plein air, puis en dur. Résultat : pour 15 francs la journée, ticket de tram compris, la voiture est gardée à l'abri. De quoi faire rêver plus d'un Parisien.

De tels équipements auraient pu donner lieu à des boîtes à chaussures sans goût ni grâce. C'est le parti inverse qui a été adopté, avec pour objectif de faire de ces parkings des occasions de structurer le tissu urbain, la plupart du temps désordonné là où justement de tels parkings sont bâtis.

Pour celui d'Orvault, le premier du genre, au nord-ouest de Nantes, la proposition de l'équipe Roulleau-Puaud est adoptée à l'issue d'un concours sur esquisse en 1995.

### Environnement hostile

Le site est banal : bâtiments épars, installés à la va-vite ; à l'est du parking, un rond-point (celui de la RN 137, route de Rennes) traversé par le tramway, et juste au sud-ouest la station en plein air, le tout ponctué d'un maillage d'aubettes quadripodes conçu par l'architecte Steff.

Reprenant les rondeurs du rond-point, un portique courbe en béton sert d'accès au parking dressé en retrait, parallèle à l'ave-



nue, énigmatique. Simple, fort de son identité affirmée, ce monolithe de métal et de béton lasuré se repère de loin.

Pour l'heure, il paraît un peu court (40,72 m, pour 31,88 m de largeur). C'est qu'il ne s'agit que d'une première tranche. D'ici l'an 2000, une seconde tranche identique le complètera côté sud-ouest, dans le même alignement, un centre commercial bas s'infiltrant entre l'avenue et le bâtiment.

### Nantes et le tramway

*En matière de tramway, Nantes joue un rôle de leader. Bien des villes françaises en étaient équipées avant la Seconde Guerre mondiale (parmi elles Grenoble, Paris et... Nantes). Par la suite, concurrencé par le bus et la voiture, ce moyen de transport a paru de plus en plus désuet. Trop bruyant, trop encombrant, inesthétique avec ses caténares omniprésentes, il a été peu à peu chassé du paysage urbain. Il y a une vingtaine d'années, le maire de Nantes, Alain Chénard – actuellement président de la Semitan, maître d'ouvrage mandataire du parking d'Orvault –, avec un certain culot et beaucoup de clairvoyance, décide de réintroduire le tramway dans sa bonne ville. Une première ligne est inaugurée il y a 16 ans. C'est le signal du renouveau pour ce moyen de transport en France. À Nantes, en tout cas, le mouvement est lancé. Aujourd'hui, le maire de la ville, Jean-Marc Ayrault, après avoir mis en service une deuxième ligne au cours de son premier mandat, en lance une troisième après sa réélection. Terminée, elle fera de Nantes la ville la plus richement dotée en la matière.*



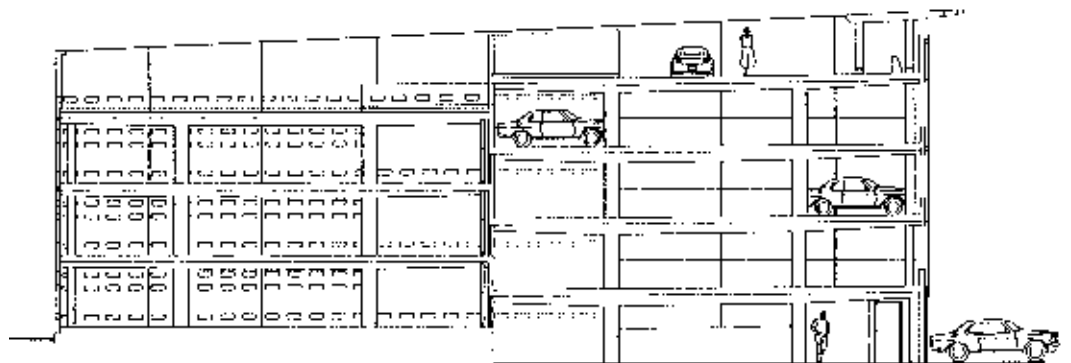
▲ Le volume du parking est marqué par des parois en panneaux de béton préfabriqués revêtus d'une lasure vert sombre.

Il atteindra alors ses justes proportions, sa personnalité parfaitement accordée avec celle – puissante – des matériaux.

Michel Roulleau souhaitait masquer les voitures avec une enveloppe globale ancrant l'architecture dans la ville, suffisamment solide et rassurante pour en constituer un des maillons, suffisamment légère aussi pour ne pas la charger de signes superfétatoires pour un parking. Le choix du béton, en structure et en parement, relève certes de l'économie et de la rationalité de mise en



œuvre (voir encadré), mais aussi d'un parti unitaire, joué en binôme avec le métal. C'est ce dernier qui nappe la façade d'entrée : un caillebotis d'acier brossé, à la fois filtre à rayons solaires pour créer des ombres à l'intérieur et belle peau extérieure pour des





### Auvent d'entrée ►

Outre sa fonction d'entrée, le porche courbe du parking abrite les locaux de la Semitan, le maître d'ouvrage mandataire. Pour marquer d'une seule venue le passage et abriter bureaux et voitures, les architectes ont choisi de dresser un portique de 16 m de portée en courbe. Pour la construction, des dalles préfabriquées avec treillis en attente ont été positionnées par étagage, puis liées à un ferrailage très dense, plus épais au centre qu'aux extrémités. Le béton est recouvert d'une membrane d'étanchéité PVC et lasuré incolore en partie visible.



### Solution constructive

Le projet prône l'économie tout court (7,64 MF HT), et de moyens en particulier. D'où le choix d'une structure et de panneaux béton pour tenir les délais (début du chantier le 2 septembre 1996 et réception le 6 juin 1997, pour 6 054 m<sup>2</sup> de surface) et répondre aux normes incendie (voir Construction Moderne n° 88). L'ossature est un système de poteaux coulés en place et de poutres transversales préfabriquées qui, après clavetage, ont reçu des prédalles fabriquées en usine, avec fers en attente pour la pose des treillis, puis une dalle coulée de 20 à 25 cm d'épaisseur.

Les poutres s'amenuisent en direction de l'extérieur et sont reprises par les poteaux, en retrait de 30 cm par rapport aux façades ainsi dégagées, montrant clairement le système d'attache des panneaux. Ceux-ci, de par l'extrême simplicité de leur principe, sont assez étonnants. Pour accélérer production (entreprise Soriba) et mise en œuvre, on a choisi une préfabrication des éléments de façade et un clavetage en nez de dalle et sur les poteaux par l'intermédiaire d'équerres acier. Chaque élément est solidaire de son voisin en pied et en tête par l'intermédiaire de deux tiges filetées. Solution d'autant plus pertinente qu'elle permettra, lors de l'extension, la dépose complète de la façade sud-ouest et son réassemblage à la fin des travaux. Tous ne sont pas identiques : les plus petits (aux angles) pèsent 3 200 kg, les grands, 3 600 kg. Ceux positionnés en haut du bâtiment, qui composent le niveau d'allège, sont plus importants (3,68 x 4,15 m) et pèsent 5 870 kg.

Des voiles en béton armé complètent ce dispositif pour les refends d'escalier et d'ascenseur, comme pour la façade d'entrée au sud-est.

De ce côté, le béton fait place à une résille de caillebotis toute hauteur en tôle d'inox brossé, emboutie et ajourée, maintenue sur des lisses galvanisées fixées sur la structure.

jeux de reflets et de miroitement. D'autant qu'il est constellé de traits brillants tombant de l'acrotère en béton, lui aussi perforé dans son épaisseur.

### Parking coloré et lumineux

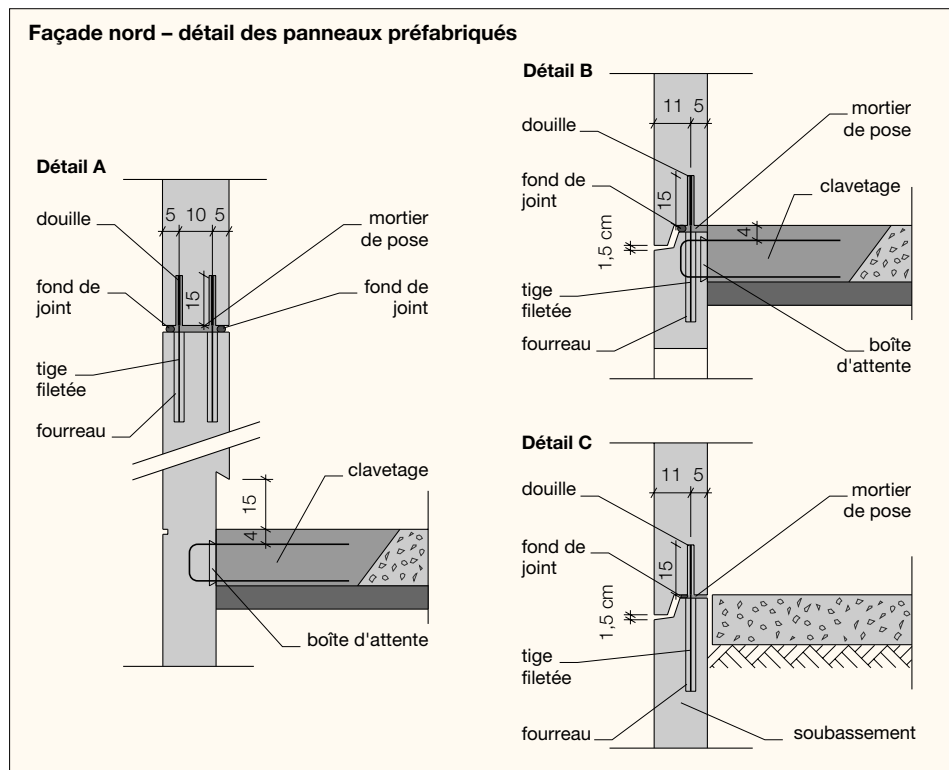
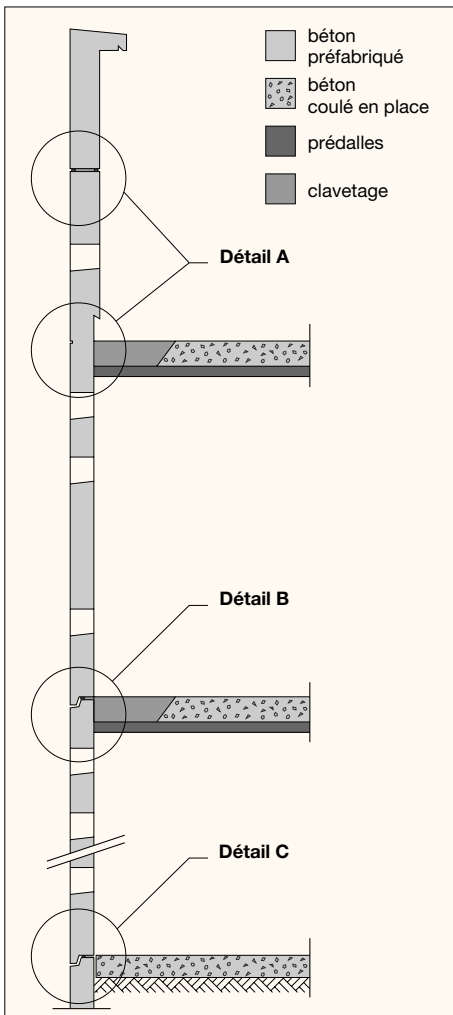
Les trois autres façades déclinent ce même thème de l'unité par la présence d'une matière unique. Elles sont bâties au moyen de panneaux préfabriqués en béton, à coupe d'onglet aux angles de l'édifice, maintenus en nez de dalle et sur les poteaux. Lasurés de vert sombre à l'extérieur, ils changent de couleur au fil des heures pour virer à l'encre lorsqu'ils sont à l'ombre, alors que, dans le même temps, ils offrent de la lumière à l'intérieur. La plupart d'entre eux sont percés d'ouvertures quadrangulaires (16 x 46 x 18 cm), comme des meurtrières par où filtrent le jour et l'air. Au point que, bien qu'abrité, le parking est toujours aéré et semi-transparent. Effet renforcé la nuit, quand il révèle en négatif l'importance de ses vides intérieurs.



Car, autre caractéristique, les architectes ont pensé les lieux avec générosité, au-dessus des normes dimensionnelles requises, avec en ligne de mire commodité, confort et sécurité, aux antipodes de l'agressivité. La première tranche (la seconde sera de la même veine) offre 199 places distribuées en demi-niveaux séparés dans l'axe longitudinal par un treillis d'acier. Chaque étage dégage un vaste volume parallélépipédique toute longueur de 2,37 m de hauteur (au lieu des 2 m habituels) et de 2,08 m sous les retombées de poutre (au lieu de 1,80 m). Les voitures disposent d'emplacements spacieux : 2,40 m (2,15 m à Paris) sur 5 m, les poteaux se trouvant légèrement en retrait et



▲ À l'intérieur du parking, un jeu d'ombre et de lumière issu de la façade en caillebotis métallique.





pas trop en profondeur pour faciliter l'ouverture des portières. À la lumière naturelle s'ajoute la lumière artificielle, dispensée elle aussi avec largesse (200 lux au lieu de 100). Une attention qui renvoie à une autre spécificité des lieux : l'efficacité. Un automobiliste ne demande que cela, avec la sécurité. Rejoindre sa place, garer son véhicule, atteindre le tram qui passe à heure fixe, voilà qui exige fluidité, accessibilité et rapidité. D'où le choix du stationnement "à l'avancement". Après le portique courbe, l'entrée s'effectue au milieu du bâtiment à droite du logement du gardien, la sortie à gauche. Entre ces deux points extrêmes, les places se déploient de part et d'autre

### Couleurs

*Grande enveloppe destinée à masquer les voitures, le parking se veut concis, lisible, rassurant. D'où le choix d'une gamme restreinte de couleurs. Les teintes du bardage inox brossé en façade sud-est ne cessent d'évoluer avec les incidences de la lumière du soleil, que le débord de terrasse perforé constelle suivant les heures de points ou de traits brillants. Les panneaux de béton préfabriqués, pour leur part, sont lasurés (Kubik de la Seigneurie) vert sombre, une couleur baptisée "le vert nantais" dans la région. Presque noire, elle vire à l'encre suivant l'éclairement. À l'intérieur, pour donner de la sérénité, poteaux, poutres et plafonds sont naturels, les sols bleu clair dans les circulations, un peu plus foncés pour les places de stationnement, numérotées en rouge et juste amorcées par une courte bande jaune discontinue. Sur chaque poteau le numéro du niveau, jaune lui aussi, est répété.*



▲ Les panneaux en béton sont percés de multiples "meurtrières" par où filtrent l'air et la lumière du jour, épargnant ainsi à l'utilisateur toute sensation d'enfermement.

d'une rue intérieure qui grimpe le long des pignons de demi-niveau en demi-niveau jusqu'au 5<sup>e</sup> étage, puis redescend de la même manière, effectuant ainsi un double colimaçon. La logique voulant que l'automobiliste se gare au plus vite, le remplissage se fait *a priori* du plus près des accès au plus loin et évite ainsi de tourner pour trouver un emplacement libre. Chaque place est numérotée, les circulations piétonnes marquées au sol par des bandes blanches jusqu'à l'escalier central ou à l'ascenseur. De là, le piéton rejoint le rez-de-chaussée, où une galerie couverte, toujours en béton brut, protégée du vent et de la pluie venant de l'ouest par un vitrage toute hauteur (encore une attention), le conduit à l'avenue et, juste en face, au tram.

Au retour, le soir, sa voiture récupérée, l'automobiliste ne rejoint pas immédiatement la



rue, mais doit au contraire contourner le parking par l'arrière. Le temps de contempler sa lasure sombre et de poser les yeux sur de petits plots blancs ancrés dans le sol, de la taille des meurtrières creusées dans les façades et comme semés alentour. Jolie floraison.

GRÉGOIRE LE SOURD ■

MAÎTRE D'OUVRAGE : DISTRICT  
DE L'AGGLOMÉRATION NANTAISE  
MAÎTRISE D'OUVRAGE MANDATAIRE : SEMITAN  
MAÎTRISE D'ŒUVRE : ROULLEAU-PUAUD  
ENTREPRISE GROS ŒUVRE : SOGEA



Livres



Le CAPC de Bordeaux (Entrepôt Lainé), le siège social de Shell France, le pôle universitaire Léonard-de-Vinci, le siège social d'Air France et bien d'autres édifices ont assis la réputation des architectes Denis Valode et Jean Pistre, tout en étant témoins de leur talent. Comme il le précise dans son introduction, Marc Augé a voulu montrer comment dans l'œuvre (construite ou non) de ces deux architectes "se marient et se combinent étroitement sociologie, esthétique et urbanisme ; comment le souci de favoriser la relation sociale commande une esthétique du passage et de la transparence qui, au-delà de ces réalisations dans divers environnements urbains ou péri-urbains, dessine progressivement l'image idéale d'une ville pour le XXI<sup>e</sup> siècle."

■ VALODE & PISTRE  
par Marc Augé  
(éditions du Regard)



Cet ouvrage s'adresse aux professionnels du bâtiment qui désirent connaître et exploiter les potentialités d'Internet. Les auteurs dressent un panorama complet de l'offre disponible sur le Web et expliquent l'intérêt pour

les professions du bâtiment de certains services comme :

- le courrier électronique et l'envoi de fichiers de CAO aux partenaires d'un projet ;
- le Web et la diffusion d'informations techniques sur les produits du bâtiment ;
- la présentation des données graphiques en 2 et 3 D ;
- la création de sites par les entreprises, etc.

Le dernier chapitre propose un annuaire de plus de 150 sites BTP et architecture.

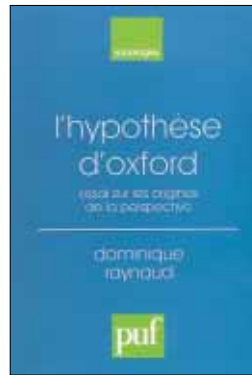
■ INTERNET, BTP ET ARCHITECTURE  
dirigé par Olivier Celnick,  
Emmanuel Coste et Pierre Vincent  
(éditions Eyrolles)



*L'architecture moderne en France* présente les édifices qui ont participé à la transformation de l'environnement architectural dans notre pays depuis environ un siècle. Qu'il s'agisse d'équipements publics, d'immeubles de bureaux, de logements sociaux, d'écoles ou de salles de cinéma, ces programmes témoignent, dans les villes de la société devenue industrielle, du bouleversement des besoins, du déplacement de la commande, de l'évolution du statut de l'architecte, du mouvement des idées et des doctrines. Deux périodes pour ce premier tome : celle des prémices de la modernité (de 1889 à 1914) et celle des expériences (de 1919 à 1940). Pour la première, on

peut noter l'importance de l'essor des nouveaux procédés de construction tels que le béton armé. La seconde période, quant à elle, sera marquée par de nombreux programmes nouveaux et par une soif d'innovation suscitée par les cultures de "l'avant-garde" et du "machinisme".

■ L'ARCHITECTURE MODERNE EN FRANCE - TOME I, 1889-1940  
sous la direction de Gérard Monnier,  
Claude Loupiac et Christine Mengin  
(éditions Picard)



Il est communément admis que la perspective est une invention de la Renaissance. D'une façon quasi générale, donc, ses sources médiévales sont ignorées. Les différents travaux présentés ici fouillent tour à tour l'origine de la perspective dans l'optique – l'*ars metrica* –, la statique, la géographie, l'astronomie, etc. Parmi toutes les sources évoquées, ce livre défend la thèse d'un courant de diffusion prépondérant qui va de l'optique élaborée à Oxford aux premières représentations picturales italiennes obéissant aux règles de la perspective linéaire.

■ L'HYPOTHÈSE D'OXFORD  
essai sur les origines de la perspective  
par Dominique Raynaud  
collection "Sociologies"  
(éditions Presses universitaires de France)

Hommage



Luc Arsène-Henry  
(1923-1998)

Luc Arsène-Henry nous a quittés le 27 mars dernier après une longue maladie. Sculpteur, archéologue, architecte, il avait fondé en 1950 avec son frère Xavier l'atelier d'architecture Les Frères Arsène-Henry. Durant 45 ans, ils vont réaliser, en France comme à l'étranger, des quartiers nouveaux d'habitation, des édifices religieux, des tours de bureaux, des immeubles de logements, des bâtiments publics, des hôtels de ville, des centres culturels et des lycées, des laboratoires et des usines ainsi que de nombreux ouvrages d'art. Inventeur dès 1950 des techniques nouvelles de mise en œuvre des bétons apparents, Luc Arsène-Henry a choisi le béton clair comme matériau de prédilection pour exprimer son architecture. Le monastère franciscain de la Clarté-Dieu à Orsay, qu'il construit en 1953, est ainsi le premier bâtiment au monde réalisé en béton de ciment blanc. Président de Bétocib pendant près de 25 ans, il se fera d'ailleurs le défenseur d'une architecture de qualité à base de ce même béton de ciment blanc, "la pierre de l'avenir" comme il aimait à le qualifier. Brillante, son œuvre architecturale était couronnée sous la Coupole en novembre 1997 par l'Académie des beaux-arts. De ses nombreux voyages, il nous a laissé de magnifiques dessins à la plume : dessins de villes, de temples et de vestiges religieux, mais aussi dessins de paysages – monts, falaises, déserts, rochers... Il a d'ailleurs consacré les derniers mois de sa vie à l'ébauche d'un livre illustré d'une centaine de ses dessins, sur le thème des influences religieuses autour du bassin méditerranéen. Puisse cette œuvre inachevée être un jour réalisée... Père de six enfants, grand-père puis arrière-grand-père, il avait 75 ans. ■

