

CONSTRUCTION



N° 125 JANVIER 2007

MODERNE

éditorial

Plusieurs architectes publiés récemment dans les colonnes de *Construction moderne* ont été, au cours des derniers mois, récompensés pour leurs projets par des prix européens, nationaux ou encore régionaux. Grâce au talent de ces concepteurs, l'architecture en béton se trouve donc encore une fois à l'honneur, démontrant combien ce matériau sait répondre aux enjeux de la création contemporaine et aux attentes de la société en matière de qualité architecturale. Il en va évidemment de même du point de vue technique, où les bétons relèvent les défis du monde moderne en matière de développement durable, de haute qualité environnementale, de pérennité, d'élancement... Ils apportent des réponses performantes et innovantes présentées dans les dossiers thématiques "Solutions bétons".

ROLAND DALLEMAGNE
Directeur de la rédaction



>> Couverture
 L'école de danse d'Aix-en-Provence,
 signé Rudy Ricciotti.
 Photo: Christian Michel.

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.net •
 • internet : www.infociments.fr •

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION: Anne Bernard-Gély • **DIRECTEUR DE LA RÉDACTION:** Roland Dallemagne • **CONSEILLERS TECHNIQUES:** Stéphane Delaître, Serge Horvath, François L'Huilier
CONCEPTION, RÉDACTION ET RÉALISATION: L'AGENCE PARUTION 41, rue Greneta – 75002 Paris • **RÉDACTEUR EN CHEF:** Norbert Laurent • **RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE:** Maryse Mondain
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION: Philippe François • **MAQUETTISTE:** Sylvie Conchon • **DESSINS TECHNIQUES ET PLANS:** Xano • Pour tout renseignement concernant la rédaction, tél. : 01 53 0074 13
 • La revue *Construction moderne* est consultable sur www.infociments.fr • Pour les abonnements : envoyer un fax au 01 55 23 01 10 ou un e-mail à centrinfo@cimbeton.net •

Sommaire n° 125



>> PAGE 01 > Aix-en-Provence – Centre national de danse – Architecte : Rudy Ricciotti



>> PAGE 06 > Maisons-Alfort – Laboratoire – Architecte : Jean-Baptiste Lacoudre



>> PAGE 10 > Créteil – UFR de droit – Architecte : Michel Rémon



>> PAGE 15 > Les réponses constructives du béton à la RT 2005



>> PAGE 23 > Nîmes – Centre d'examen – Architectes : Dominique Delord et Jacques Garcin



>> PAGE 26 > Cattenom – Maison de communauté de communes – Architecte : Pascal Quintard-Hoffstein



>> PAGE 30 > La Rochelle – École des Douanes – Architecte : Philippe Balch



>> PAGE 33 > Lyon – Maison – Architecte : Pierre Minassian



La contrainte au service de la création

>>> AVEC LE CENTRE NATIONAL DE LA DANSE D'AIX-EN-PROVENCE, SUR UNE ZAC MULTICARTE, RUDY RICCIOTTI

JOUE LA STRATÉGIE DE L'ARAIGNÉE. UNE STRUCTURE ARBORESCENTE EN BÉTON TEINTÉ DANS LA MASSE DONNE

CORPS À CE BÂTIMENT NOIR, ENVELOPPANT, FONDÉ SUR UNE OSSATURE DE GRANDS PLATEAUX LIBRES.

PAR LA RÉOLUTION DES CONTRAINTES ANTISISMQUES ET LE REPORT DES CHARGES EN FAÇADE, LA STRUCTURE

INDUIT L'ESTHÉTIQUE ARCHITECTURALE D'UN BÂTIMENT QUI JOUE SA PARTITION EN SOLO, AVANT L'ACHÈVEMENT

DU CHANTIER VOISIN : UNE SALLE DE SPECTACLES SELON VITTORIO GREGOTTI.



1



2

Inauguré cet automne et surnommé le "pavillon noir" par son architecte, Rudy Ricciotti, le Centre chorégraphique national de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de la ville d'Aix-en-Provence et du département des Bouches-du-Rhône, dirigé par le chorégraphe Angelin Preljocaj, héberge un corps de ballet accueilli depuis 1996 à Aix-en-Provence. Outre une centaine de représentations par an, la compagnie multiplie les actions de proximité destinées à faire découvrir la danse au plus grand nombre.

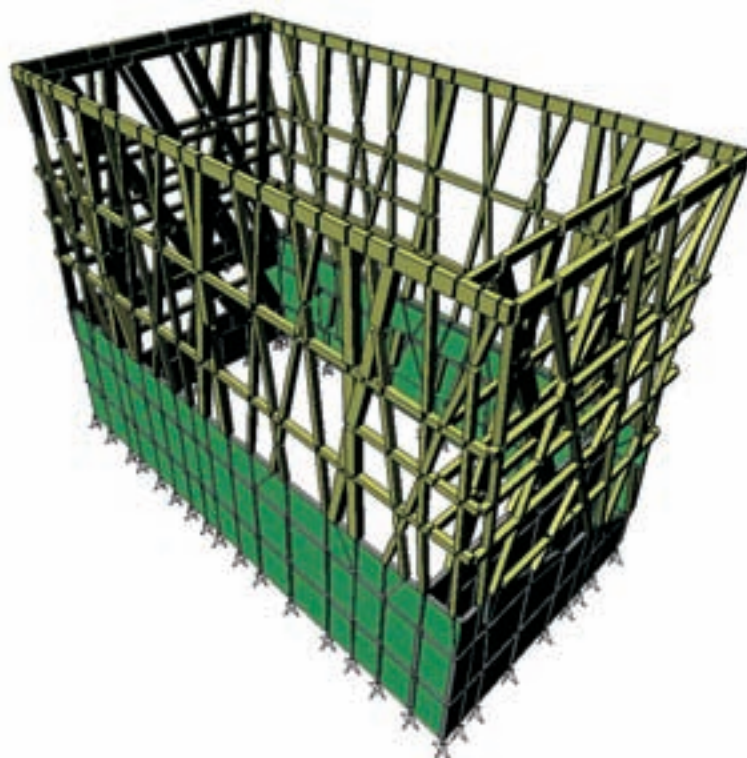
Volonté conjointe

Pour permettre à cette compagnie de mener à bien toutes ses activités, un nouveau bâtiment a été construit grâce à la volonté conjointe du ministère de la Culture et de la Communication, de la direction régionale des Affaires culturelles, de la ville d'Aix-en-Provence, de la Communauté du pays d'Aix, de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et du département des Bouches-du-Rhône. Il a l'ambition d'être le premier centre de production pour la danse où les artistes peuvent mener à son terme leur processus de création, du travail en studio à la

représentation sur scène, mais aussi accueillir en résidence d'autres compagnies. Doté d'une salle de spectacles de 378 places, de quatre studios de danse (de 230 m², 180 m², 168 m² et 100 m²), d'un foyer, de vestiaires et d'ateliers son et vidéo, il intègre également des espaces d'accueil, un plateau administratif et des salles de réunion.

Rétention de matière

"Les dimensions accordées au Centre chorégraphique national étaient limitées, on pourrait même dire limites, mais ce fut finalement une chance, affirme Ricciotti, car le projet existe, précisément, au travers d'une rétention de matière : il n'a que la peau et les os. Au moment de la conception du bâtiment, nous avons pris le parti de réduire la matière de la structure au minimum possible." Dès le départ, la volonté de dégager des plateaux réellement libres de toute contrainte exigeait le report des charges sur les façades, afin d'éviter tout point porteur intérieur, ce qui appelait des planchers de grande portée. La gestion des contraintes verticales et obliques, augmentées de la fameuse règle parassismique PS92, imposait un exercice nou-

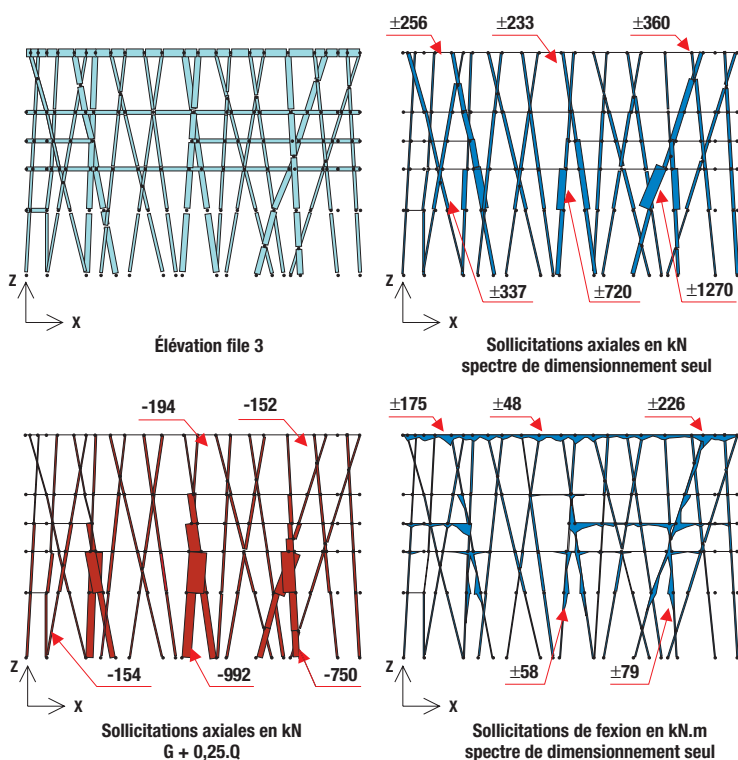


>>> Schéma de modélisation en 3D de la structure (logiciel robot)

La façon dont le bâtiment réagit aux sollicitations qu'il est appelé à subir (neige, vent, séismes...) a été calculée sur informatique.

veau, la modélisation mathématique de la structure... Qu'en a finalement pensé le logiciel ? Réponse : réalisme constructif (descente des charges), néoréalisme (tremblement de terre virtuel), rationalisme (efforts du vent), etc. Un nouveau rationalisme constructif indéterminé...

Le contexte urbain est celui de l'opération Sextius-Mirabeau, une ZAC méditerranéenne aux ambitions contradictoires où emprises commerciales et équipements culturels se disputent le terrain sur un plan d'urbanisme emphatique de Martorell et Bohigas. L'emplacement



➤➤➤ **Croquis de sollicitation (élévation longitudinale).** Lors des études d'exécution, le bâtiment a été décomposé en éléments simples et interactifs qui ont été numérisés.

réservé au centre chorégraphique étant très étroit, "avec à côté un escalier énorme, une place énorme", le projet – qui souffrait selon son architecte de ce manque de place – s'est finalement nourri de ces contraintes. Occupant la totalité de la parcelle, le centre dont les

fondations ont été réalisées sur semelles filantes est un bâtiment vertical de 18x36 m d'emprise au sol où seules les façades portent. Si les grandes portées des plateaux sont assurées par des planchers alvéolaires de 18 m de portée, ceux-ci ne devaient en aucun cas vibrer

➤➤➤ **1 et 2** Ces deux images mettent en évidence le système de contreventement et la précision géométrique de la structure. Une géométrie "variable", où les différents niveaux d'effort mécanique se traduisent en écarts dimensionnels nettement identifiables. **3** Détail des façades et des liaisons entre poteaux et dalles. **4** Entre la structure et l'enveloppe intérieure, l'escalier distribue les plateaux jusqu'au toit-terrasse.

sous les pas des danseurs. Il s'est donc avéré indispensable d'installer un deuxième plancher en béton flottant monté sur des boîtes à ressorts pour répartir l'impact des danseurs et éviter la mise en vibration de la structure.

Contraintes structurelles : chorégraphie de chantier

La réglementation sismique en vigueur sur le site, avec l'application des règles PS 92 et du nouveau zonage sismique français, constituait une autre contrainte. Il fallait aussi composer avec une nappe phréatique qui remonte dans le sous-sol, au niveau de la salle de spectacles enterrée, et avec une voie ferrée mitoyenne à cette salle – une véritable nuisance sonore qu'il a fallu traiter.

"Les structures en béton, de largeur variable, reprennent des efforts différents, précise Tilman Reichert, chef de projet au sein de l'agence Ricciotti. Le dernier étage ne supporte que le poids propre de la dernière dalle, augmenté des surcharges, alors que le rez-de-

chaussée, lui, supporte le poids propre de chaque dalle, augmenté des efforts cumulés des façades. Les structures à géométrie variable trouvent leur justification dans cette énorme différence de mise en compression entre le rez-de-chaussée et le dernier étage, augmentée de l'intégration des efforts relatifs aux déformations sismiques. Dans ces conditions, l'écart dimensionnel consécutif à l'écart des efforts mécaniques réécrit l'idée de structure."

Passant de 40x50 cm dans la partie basse du bâtiment à 30x30 cm au sommet, la section des poteaux obéit à cette même logique. Le contreventement général est assuré par les structures réticulées autostables des façades, les efforts dimensionnants étant liés aux sollicitations sismiques. Tous les éléments de façade participent ainsi à la stabilité de la structure, les barres inclinées assurant les descentes de charges et la stabilité du bâtiment.

L'ossature intègre des voiles de refend en structure réticulée et des poutres-voiles en béton armé. Des voiles d'une épais-



2 questions à Serge Voline

INGÉNIEUR CHEZ SEV INGÉNIERIE

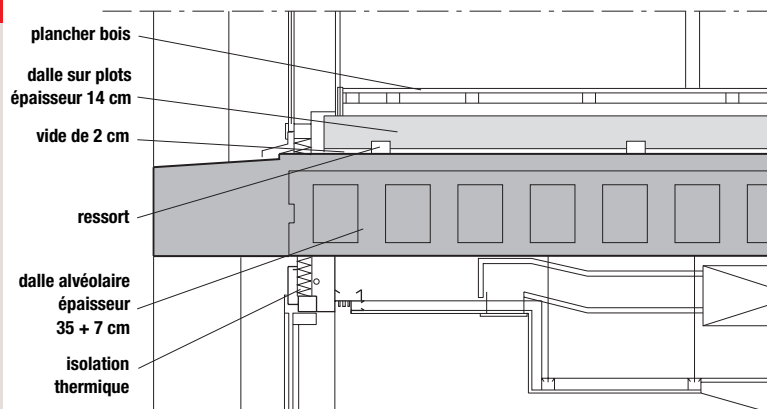
Pouvez-vous nous expliquer comment et pourquoi la structure du bâtiment a évolué en cours d'étude ?

Serge Voline : Dans le projet initial, nous avions des portées de 18 m entre la façade nord et la façade sud, et cela aussi bien aux niveaux 3, 4 et 6 qu'au niveau 7 qui est celui de la dalle de couverture. Cela reste le cas aujourd'hui pour les niveaux 3 et 7 où il y a des planchers alvéolaires d'une portée de 18 m pour 50 cm de hauteur. En cours d'étude, nous avons été amenés à inverser le sens de portée aux niveaux 4 et 6 qui correspondent aux studios des danseurs. À ces niveaux, nous avons installé des planchers alvéolaires de 10 m de portée dans le sens est-ouest. Ces planchers reposent sur trois poutres-voiles d'environ 6 m de hauteur placées entre la façade sud et la façade nord. Cette modification nous a permis de respecter les normes acoustiques qu'imposait l'installation des planchers dans les studios de danse, où nous superposons des dalles acoustiques sur ressorts aux dalles alvéolaires. La présence de ces dalles acoustiques impose à la dalle support une fréquence propre de 25 hertz. La fréquence étant inversement proportionnelle à la portée, nous l'avons obtenue en réduisant la portée à 10 m.

Comment avez-vous réglé techniquement, sans joint apparent, la liaison entre les poutres-voiles et la structure réticulée ?

Sur toute leur hauteur (environ 6 m, soit l'équivalent des niveaux 4 et 5), les poutres-voiles sont solidaires des poteaux verticaux de la structure réticulée sur 6 m de hauteur (niveau 4 et 5). Le système de mannequin mis en place au moment du coffrage a permis d'ajuster les liaisons. ■

Entretien



➤➤➤ **Détail du plancher** – Le plancher est formé de plusieurs éléments superposés : la dalle alvéolée du plancher structural (35 cm d'épaisseur), la dalle collaborante (7 cm), une dalle béton de 14 cm d'épaisseur intégrant des ressorts, et enfin le plancher en bois des danseurs.

seur de 25 à 75 cm forment l'ensemble des structures verticales situées en périphérie de la salle de spectacles, les façades porteuses réticulées étant composées d'éléments de béton armé de section variable, de 60x55 cm à 30x35 cm. Cette structure qui, vue de l'extérieur, donne son identité à l'édifice, est aussi très présente à l'intérieur. L'étage administratif la révèle par transparence et elle semble enserrer comme dans des

sangles les escaliers conduisant à la terrasse technique en toiture. Elle est également très identifiable au niveau 4 qui accueille le grand studio de 150 m², car c'est à ce niveau que trois poutres-voiles reliées à la structure extérieure traversent le bâtiment pour porter l'étage supérieur abritant les autres studios. Si la structure a été modélisée par les architectes, en collaboration avec Serge Voline du bureau d'études SEV ingénie-



7



8

>>> 5 La ville alentour vue au travers de la résille de béton des façades.

6 De largeur variable, les structures en béton supportent des efforts différents.

L'aspect de surface du béton a fait l'objet d'un soin particulier. 7 Vue de la salle de spectacles où se répète la structure, dans un univers très minéral.

8 Le grand studio des danseurs éclairé par un soleil bas sur l'horizon qui donne toute sa théâtralité à la structure.

rie, avec l'objectif de réduire la matière au minimum, le chantier est resté assez artisanal et le travail des maçons, des coffreurs, des ferrailleurs et des menuisiers vaut d'être souligné en raison de la précisions des ajustements exigés par la géométrie du bâtiment. La plus grande difficulté venait en effet de ce qu'il fallait concilier les impératifs techniques liés aux contraintes sismiques – qui, malgré la finesse des structures, imposaient des densités d'acier relativement conséquentes – et les attentes de l'architecte. Malgré les différences de section affectant les éléments structuraux, ce dernier exigeait que la continuité des lignes soit assurée sans joint apparent et sans trous de tiges dans le béton, ce qui a conduit à serrer les banches de part et d'autre des poteaux.

Du béton, forcément

Le béton utilisé est un béton armé de type B30 et B35, teinté dans la masse. Dosé à 350 kg de ciment par mètre cube, il intègre 4 % de colorant noir de Pieri, un

adjuvant et des granulats de la Durance. L'ensemble a été coulé en place dans des coffrages réalisés par l'entreprise dans ses ateliers. Les aciers ont été encoffrés avec un axe d'inclinaison mis en place par optique, l'insertion de mannequins en bois dans les banches entre les poteaux permettant de former les vides. Grâce à ce système de mannequins, les vides ont été coffrés à l'avancement par hauteurs de niveau, sachant que la hauteur d'étage atteint 5 m en règle générale et 8 m au dernier niveau. L'intégration des poutres de rive s'est faite sur toute la longueur des pignons et par demi-longueurs sur les façades principales. "Une construction comme celle-ci ne pouvait être qu'en béton et un travail aussi pointu ne pouvait se faire qu'avec une entreprise capable de mettre son savoir-faire au service du projet, ajoute Timan Reichert, qui insiste au passage sur les compétences de José Oliveira, chef de chantier chez Léon Grosse.

Le bétonnage a été exécuté avec minutie, poteau par poteau, un microvibreux étant intégré dans chaque poteau et

remonté lentement pour garantir une unité de matière. L'une des difficultés a consisté à ajuster de 2 cm, en direct sur le chantier et grâce à une astuce de coffrage, l'un des angles de contact entre la résille extérieure et l'une des poutres voiles car ce détail s'avérait impossible à régler en dessin. Pour souligner partout et avec précision les angles et les arêtes, un soin tout particulier a été apporté à l'étape du décoffrage où les mannequins ont pu être découpés à la tronçonneuse chaque fois que nécessaire.

Un matériau brut et puissant

Reste que l'aspect brut du béton et la puissance de sa matière sont des composantes à part entière de l'écriture architecturale. Une écriture qui a tiré parti d'un aléa de chantier pour introduire dans la modénature de la façade sud un plissement d'où découle le dessin d'une double porte en béton pour l'accès des danseurs, ouverte sur cette même façade. Au stade des finitions, un brossage manuel de la structure a permis d'estomper la carbonation à l'acide avant d'appliquer une protection hygrofuge. ■

TEXTE : CHRISTINE DESMOULINS

PHOTOS : CHRISTIAN MICHEL, 8 PHILIPPE RUVAULT



Maître d'ouvrage :

Communauté d'agglomération
du pays d'Aix

Maître d'ouvrage délégué :

Semepa

Maître d'œuvre :

Rudy Ricciotti, architecte ;
Tilman Reichert,
architecte assistant ;
Raphaëlle Segond,
architecte associé

BET structure, fluides :

SEV Ingénierie

Collaborations artistiques :

Marine Peyre, Fred Rubin,
Yoep Van Lieshout

Entreprise de gros œuvre :

Léon Grosse

SHON :

2 675 m²

Coût :

4,59 M€ HT



Microbiologie

sous haute sécurité

>>> À MAISONS-ALFORT, UNE OSSATURE EN BÉTON ARMÉ DE LARGE PORTÉE, CONTREVENTÉE PAR DES NOYAUX VERTICAUX, GARANTIT LEUR ADAPTABILITÉ À DES LABORATOIRES “HAUTE SÉCURITÉ” AMENÉS À SUIVRE LES ÉVOLUTIONS FRÉQUENTES DES PROCESS DE MICROBIOLOGIE. POSÉ SUR UN SOCLE EN BÉTON MATRICÉ ET LASURÉ, L'ÉDIFICE, ÉQUIPÉ DES TECHNOLOGIES MÉDICALES LES PLUS RÉCENTES, S'IMPOSE PAR SON ARCHITECTURE RIGOUREUSE, ŒUVRE DE JEAN-BAPTISTE LACOUDRE ET DE SON ÉQUIPE. EMPRUNT D'URBANITÉ, IL INSTAURE UNE ALLIANCE NOUVELLE AVEC L'HISTOIRE DÉJÀ LONGUE DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE.

Située aux portes de Paris, l'école vétérinaire de Maisons-Alfort occupe un site remarquable, organisé à l'image des grands parcs de la région parisienne. Délimité par un haut mur d'enceinte, l'espace y est structuré par de larges allées paysagères le long desquelles des constructions ont été édifiées progressivement depuis le XIX^e siècle. Les immeubles composent aujourd'hui un tissu urbain d'une certaine densité, complexe et fragmenté par des poches de verdure. Les bâtiments administratifs, les laboratoires d'enseignement et les locaux de recherche y sont regroupés suivant leurs usages et spécialités.

Dans ce contexte, le terrain réservé à la construction du pôle hygiène, qualité et sécurité des aliments (HQSA) constituait un vide, une sorte de "dent creuse" urbaine, ouverte sur les espaces paysagers. Encadrée sur trois côtés par des édifices aux architectures variées, l'emprise constructible était définie en hauteur par un gabarit imposant l'occupa-

tion globale du terrain pour répondre aux 4 150 m² de SHON demandés. La proposition établie par l'équipe de Jean-Baptiste Lacoudre lors de la consultation organisée pour la conception du nouvel équipement, vient souligner et confirmer ces qualités.

Un lien historique avec l'école

L'immeuble constitue un parallélépipède compact dont la limite nord est implantée dans la continuité du bâtiment contigu pour amplifier "l'urbanité" de la rue, tandis que le hall d'entrée, placé face à l'un des axes paysagers, souligne son ouverture sur le monde extérieur. De fait, le développement des laboratoires s'établit sur la trame du site et le projet, à la pointe des nouvelles technologies médicales, tisse une alliance formelle avec la longue histoire de l'école vétérinaire. L'immeuble rassemble des locaux scientifiques affectés à différents utilisateurs : l'Agence française de sécurité sanitaire



>>> **1 2** Posés sur un socle en béton imprimé, les laboratoires sont organisés autour d'une cour intérieure qui apporte un éclairage naturel à l'ensemble des locaux.



des aliments, l'école nationale vétérinaire de Maisons-Alfort et le centre technique de salaisons, charcuteries et conserves de viandes.

Couches successives

Sous la thématique "hygiène, qualité et sécurité des aliments", le bâtiment abrite des laboratoires en microbiologie dont certains, classés "haute sécurité", sont dédiés à l'étude de quelques-uns des virus les plus contagieux de la planète. Ces locaux de recherche et d'analyse, et les bureaux qui les accompagnent, sont implantés en couches successives, suivant un schéma optimal.

Les bureaux sont la première épaisseur du bâtiment. Placés côté nord, ils sont desservis par un ensemble de services (sanitaires, photocopie, gaines techniques, circulations verticales...) qui forment une "frontière" isolant les laboratoires du reste du bâtiment. Organisés autour d'une cour, ces derniers sont séparés des autres espaces par des sas qui assurent le respect des exigences sanitaires et de la confidentialité.

Conçu sur une large trame porteuse en béton armé, le bâtiment est contreventé par les noyaux des circulations verticales

et des blocs techniques. Les planchers en béton supportent un cloisonnement intérieur démontable qui permet de répondre avec souplesse aux futures modifications des process de microbiologie. Implantées sur une trame écossaise décalée de la structure, les cloisons habillent ou incluent les éléments porteurs et assurent une continuité "lisse" des parois intérieures des laboratoires. Leur caractère démontable, associée à la distribution des fluides par l'extérieur – soit depuis la périphérie, soit dans des plenums techniques –, assure une parfaite adaptabilité aux locaux.

La coupe de l'édifice, sorte de mille-feuilles alternant laboratoires et étages techniques, illustre parfaitement le concept retenu pour le projet. L'ensemble des réseaux de gaines et de fluides est contenu dans des plafonds techniques accessibles de 2 m de haut. Cette disposition libère les laboratoires de tous les passages de fluides et produit des salles à contamination contrôlée parfaitement étanches. Le concept a été repris du projet des laboratoires du Salk Institute, réalisé par l'architecte américain Louis I. Kahn à La Jolla, en Californie, en 1959. "C'est sans doute cette organisation des étages techniques, en plénum circu-

lable continu distribué par les cages d'escaliers courants, qui fit la différence avec les autres propositions lors du concours", assure Jean-Baptiste Lacoudre qui, depuis lors, systématise le dispositif dans les projets de laboratoires qu'il réalise.

Toitures-capots

La rigueur conceptuelle développée sur la fonctionnalité de l'ouvrage se retrouve dans le dessin de l'enveloppe, depuis le niveau des façades jusqu'au niveau des toitures. Les élévations expriment clairement l'organisation intérieure des locaux tandis que les toitures, traitées à la manière d'une cinquième façade, constituent un capotage en tôle d'acier nervurée d'où aucun élément technique ne dépasse. "Nous avons pensé la peau de ce bâtiment de la même manière qu'une

automobile intègre tous les composants techniques sous une carrosserie", ajoute le concepteur.

En rez-de-chaussée, un socle massif composé de panneaux en béton architectonique ancre le bâtiment au sol tandis que les niveaux supérieurs développent une image aérienne magnifiée par l'importance des hauteurs d'étage. La jonction entre les deux traitements de façade est soulignée par des corniches en béton blanc collées en partie haute du soubassement.

Les niveaux supérieurs distinguent d'une part les bureaux, protégés du côté nord par une façade de béton lasuré coulé en place, d'autre part les laboratoires. Ces derniers sont isolés de l'extérieur par des parois vitrées protégées par un système de brise-soleil qui ceinture l'édifice et souligne son aspect compact, unitaire.

>>> Une même volonté de rigueur structurelle se lit sur l'ensemble de l'ouvrage, où la verticalité des poteaux croise la légèreté aérienne des brise-soleil.





>>> **3** Les niveaux supérieurs magnifient l'élancement des poteaux de structure, poussés à la limite du flambement. **4** La jonction entre les deux traitements de façade est soulignée par des corniches en béton blanc collées en partie haute du soubassement. **5** Les façades en béton du rez-de-chaussée ont été coulées en place dans des banches équipées de matrices en polyuréthane moulées sur un rocher. **6** Les creux de la matrice variant de 10 mm à 48 mm de profondeur, un béton fluide spécifique a été mis au point.

Au travers de cette résille métallique, on distingue l'élancement des poteaux de structure poussés à la limite du flambement, l'importance des hauteurs d'étage étant signifiée par des coursives extérieures en béton positionnées dans la continuité des planchers des niveaux principaux. Ces dalles, destinées à permettre l'entretien des vitrages, sont alignées au nu extérieur du bâtiment tandis que les niveaux techniques sont absorbés dans l'épaisseur des façades.

Une phase d'exécution très complexe

Plusieurs mises au point entre le maître d'œuvre et l'entreprise ont été nécessaires pour respecter les contraintes architecturales de l'enveloppe du bâtiment et les procédés constructifs du génie civil. Ce fut le cas pour les façades en béton matricé du rez-de-chaussée. Ces éléments de grande taille ont été coulés en place dans des banches équi-

pées de moules en polyuréthane reprenant l'empreinte d'un rocher existant. Autorisant jusqu'à 100 réemplois, ces matrices, très profilées, ont causé de lourdes difficultés dans toutes les phases de coulage. "Une seule fuite aurait causé une ségrégation importante, et la qualité des parements exigeait une exécution parfaite du démoulage", précise l'entreprise. Ainsi certaines dispositions complémentaires ont-elles été prises par rapport à la réalisation d'un voile courant. En premier lieu, la matrice, très sensible aux variations de température, a été montée à blanc, à l'abri des intempéries, 24 heures avant son collage sur une peau de bois pour éviter les dilatations. En second lieu, un béton fluide a été mis au point avec la centrale. D'une granulométrie 0/10 (granulats roulés), il a fait l'objet d'un ajout de cendres volantes afin d'assurer le remplissage des creux de la matrice dont le profil varie de 10 à 48 mm d'épaisseur. La vibration étant très limitée de par la consistance du

béton, les reprises de bétonnage ont dû être très soignées afin d'assurer une parfaite étanchéité. Surtout, les vides entre les mannequins et la matrice ont été calfeutrés grâce à du plâtre renforcé par de la filasse.

Par ailleurs, pour limiter la hauteur de chute du béton, une benne a été spécialement équipée avec une goulotte de 100 mm de diamètre et de 7 m de longueur, pour descendre jusqu'en pied de banche et éviter une ségrégation en pied de voile. Enfin, le décoffrage horizontal s'est effectué à l'aide de Tirfor afin de pas épauper le béton.

Au final, les panneaux de béton présentent un aspect très soigné, d'une grande rugosité, et la matière évoque à merveille un socle rocheux au-dessus duquel se déploient avec élégance les niveaux supérieurs. Mais au-delà de la seule question de l'aspect, le recours à une isolation par l'extérieur, protégée par des éléments préfabriqués en béton, tout comme le système de protection des façades, apporte une ambiance intérieure de qualité liée à la stabilisation des écarts de température, grâce notamment aux qualités d'inertie du béton. ■

TEXTE : HERVÉ CIVIDINO

PHOTOS : ALAIN GOUSTARD ET DAVID BOUREAU



Maître d'ouvrage :
Région Île-de-France

**Mandataire
Maître d'ouvrage :**
AFTRP

Maître d'œuvre :
Jean-Baptiste Lacoudre,
architecte
Assistants :
Mahmoud Keldi,
Boris Fau, Anne Since.

BET :
GaudriotVDE

**Entreprise gros œuvre
etVRD :**
Léon Grosse

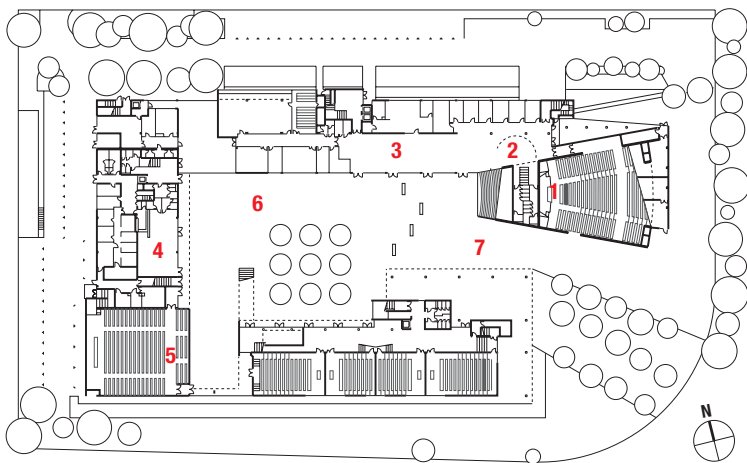
Coût :
8 300 000 € HT



L'économie au service de la générosité

>>> ŒUVRE DE L'ARCHITECTE MICHEL RÉMON, LE NOUVEL UFR DE DROIT DE L'UNIVERSITÉ PARIS XII VAL-DE-MARNE, À CRÉTEIL, S'ORGANISE AUTOUR D'UNE COUR CENTRALE. LIEU DE VIE COMMUN À TOUS LES BÂTIMENTS ET ESPACE DE RENCONTRE, DE RÉUNION, DE DÉTENTE, LARGEMENT OUVERTE SUR LA VILLE, ELLE DONNE UNE DIMENSION URBAINE À LA FACULTÉ. À L'EXTÉRIEUR, LES VOLUMES CARACTÉRISTIQUES DE LA BIBLIOTHÈQUE ET DES GRANDS AMPHITHÉÂTRES AFFICHENT LA PRÉSENCE DU BÂTIMENT SUR L'AVENUE. PARTOUT, L'ARCHITECTURE DE BÉTON ENDUIT EST PORTEUSE DE GÉNÉROSITÉ SPATIALE ET DE QUALITÉ DE VIE OFFERTE AUX ÉTUDIANTS.

>>> Plan du rez-de-chaussée



- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1 Amphithéâtre | 5 Amphithéâtre |
| 2 Hall d'entrée | 6 Cour intérieure |
| 3 Hall | 7 Accès principal |
| 4 Cafétéria | |

Le nouvel UFR de droit de l'université Paris XII Val-de-Marne à Créteil se dresse à l'angle des avenues du Général-de-Gaulle et Bernard-Halpern (RD 1). Cette dernière permet d'atteindre le centre-ville depuis l'A 86 qui passe à proximité du site en direction du ponant. Dans un environnement sillonné de voies rapides, des alignements de platanes donnent à l'avenue du Général-de-Gaulle une échelle de boulevard urbain. Le quartier est en majorité occupé par des immeubles de bureaux. Le paysage construit décline une juxtaposition d'immeubles "célibataires" assez élevés (R+8 et plus). En forme de plots, de barres, ils sont typiques des années 60 et 70 avec leurs vastes étendues de parkings extérieurs. Le voisinage immédiat de l'UFR est marqué par la présence d'une surface commerciale en vis-à-vis, et de bâtiments d'activité ou d'entrepôts sur le côté ouest, comme autant de grandes boîtes rectangulaires hautes de deux ou trois étages.

Pour inscrire l'édifice dans son milieu, l'architecte a donné une réponse dans l'esprit du site tout en exprimant la présence de l'institution universitaire.

Une enceinte creusée

"Ici le paysage urbain brutal et dur est accentué par la coupure des voies de circulation à fort débit, souligne l'architecte Michel Rémon. Les bâtiments les plus proches sont tous des parallélépipèdes austères. J'ai donc choisi de travailler le projet sur la base d'un volume similaire, sculpté et creusé par un vide central. On retrouve ici l'idée de tous les bâtiments qui possèdent une cour intérieure, comme certaines fermes ou édifices conventuels avec leurs cloîtres, ou encore l'École militaire avec sa cour. Tous se caractérisent par la présence d'un espace central vide dans lequel on pénètre et à partir duquel on peut à la fois lire l'ensemble du projet et accéder à toutes ses parties."



>>> **1** Entre le volume soulevé de la bibliothèque et le prisme triangulaire des grands amphithéâtres, on accède directement à la cour intérieure depuis l'avenue. **2** Véritable hall à ciel ouvert, la cour centrale est un lieu de convivialité et de vie apprécié de tous.



La volumétrie générale de l'université répond à l'échelle des constructions voisines et s'impose à elles. Une enceinte continue délimite un grand rectangle. Les différentes entités du programme s'organisent ainsi autour d'une généreuse cour intérieure qui forme le centre du projet et en devient le foyer spatial. Elle constitue un véritable "hall à ciel ouvert", avec l'azur et les nuages comme voûte offerte aux étudiants.

"Nous avons installé sur l'avenue des éléments qui affirment typologiquement la présence d'un édifice universitaire, précise l'architecte. La bibliothèque et les amphithéâtres sont les lieux les plus représentatifs et les plus caractéristiques d'une université. Un volume contient la bibliothèque et l'autre deux grands amphithéâtres superposés. L'un et l'autre sont modelés et dessinés pour exprimer leur fonction. Entre le volume soulevé de

la bibliothèque et le prisme triangulaire ancré des grands amphithéâtres, une ouverture fabrique l'entrée vers la cour intérieure et invite à s'y rendre."

Points de repère

Ces deux volumes emblématiques en béton recouverts d'un enduit blanc signalent la présence dans la ville de l'UFR de droit. Venant en enseigne sur

l'avenue Charles-de-Gaulle, ils offrent un point de repère aux piétons comme aux automobilistes, qui peuvent les apercevoir depuis les voies de circulation rapide voisines. Pour l'image du bâtiment contenant les amphithéâtres de 528 et 433 places, Michel Rémon s'est inspiré du travail d'Alvar Aalto pour le bâtiment principal de l'École polytechnique à Otaniemi (Finlande). Le prisme blanc caractéristique qu'il dessine évoque

Entretien

AVEC JEAN-FRANÇOIS DUFEU, vice-président de l'université Paris XII Val-de-Marne

ET CATHERINE SALANIÉ, du service

Construction de l'université Paris XII Val-de-Marne

« Nous avons œuvré ensemble pour construire un édifice digne et de qualité »

Qui a assumé la maîtrise d'ouvrage de l'université Paris XII Val-de-Marne ?

Jean-François Dufeu : Nous avons pris en charge toute la mission de maîtrise d'ouvrage, de manière à être ainsi responsables de l'ensemble du processus. C'est le meilleur moyen pour répondre aux besoins de l'utilisateur. Cela nous a permis de dialoguer avec la ville de Créteil et de participer directement au choix du terrain attribué à l'université. Dans le cas contraire, nous n'aurions pas eu le même poids vis-à-vis de la collectivité territoriale.

Catherine Salanié : D'une façon générale, le regard des collectivités territoriales sur l'université change. Étant maître d'ouvrage comme eux, nous devenons des partenaires, nous ne sommes plus considérés comme des intellectuels enfermés dans leur tour d'ivoire.

J.-F. D. : Ce projet est co-financé : deux tiers par l'État, le reste par la Région. Cette dernière aurait pu construire son bâtiment, en l'occurrence la bibliothèque, et l'université le reste du programme. Mais ils ont accepté de nous verser une

subvention plutôt que de se charger de la réalisation de la bibliothèque, ce qui a permis de dessiner un seul et même édifice pour l'ensemble du programme. Autre point important, nous sommes à la fois utilisateur et décideur, sans intermédiaire entre l'architecte et l'entreprise générale. Avec Michel Rémon, nous avons beaucoup réfléchi et travaillé ensemble sur les plans, les chiffrages, etc., afin de construire un édifice digne et de qualité tout en respectant notre budget serré et l'architecture du projet.

Quel bilan dressez-vous après un an de fonctionnement ?

C. S. : Ce bâtiment vit bien. Les locaux sont respectés et nous n'avons aucune dégradation à déplorer. Les étudiants s'y sentent bien. La bibliothèque est très fréquentée. La cour centrale est un vrai lieu de vie, c'est le poumon de l'UFR.

J.-F. D. : L'architecture de l'édifice, ses qualités fonctionnelles, la générosité et l'ambiance des espaces intérieurs sont très appréciées par les usagers. Nous sommes fiers de ce bâtiment. ■



>>> **3** Une grande paroi vitrée enchâssée dans le volume sculpté en béton ouvre les salles de lecture sur l'espace urbain. **4** La cour offre un précieux havre de paix à l'abri du tumulte de la ville. **5** Les bâtiments de l'UFR forment une enceinte continue qui encadre la cour centrale.

très clairement la présence des amphithéâtres. Décollée du sol, la bibliothèque est éclairée, à l'est, par une grande façade vitrée. Enchâssée dans le volume sculpté en béton, elle ouvre les deux salles de lecture en balcon sur l'espace urbain et rappelle, de jour comme de nuit, l'activité studieuse du lieu.

La cour est un lieu de convivialité apprécié de tous. On s'y retrouve pour discuter, se détendre. Dans le désordre du quartier, elle constitue une véritable place urbaine ouverte sur l'avenue Charles-de-Gaulle, où le bruit de la circulation automobile avoisinante parvient de façon atténuée aux oreilles des étudiants. Elle témoigne de la volonté de l'université de s'ouvrir sur la ville, sans nulle barrière entre la faculté et son voisinage. Offerte aux étudiants comme aux habitants, elle est à la fois le hall de l'université et un espace urbain que les riverains n'hésitent pas à fréquenter.

Prévus pour 3 500 étudiants, les différents locaux de l'UFR se répartissent dans les volumes qui encadrent la cour. Ainsi, une fois franchi le passage dominant sur l'avenue Charles-de-Gaulle, les

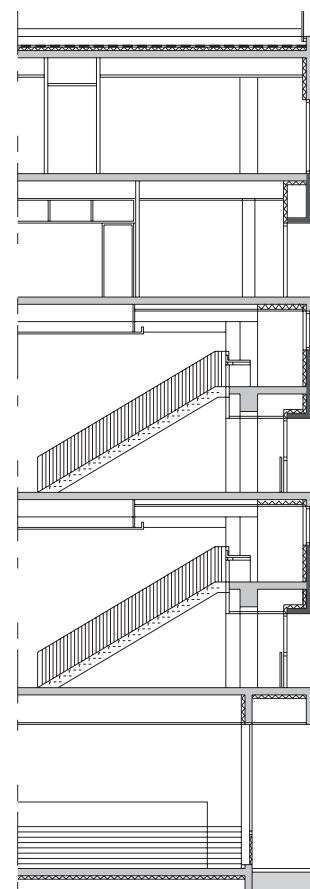
salles de cours et l'administration se répartissent, à droite, dans le bâtiment qui borde le grand côté nord de la cour, dans le prolongement du volume emblématique des amphithéâtres. En fond de cour (côté ouest), viennent la cafétéria et le restaurant universitaire. À gauche, formant la limite sud de la cour, quatre petits amphis se glissent sous la bibliothèque et le volume soulevé de ses salles de lecture. Un escalier en éventail invite à se rendre dans les grands amphithéâtres et ses marches en béton s'offrent comme un gradin en plein air tourné vers la cour.

Des espaces ouverts et lumineux

Le bâtiment des salles de cours et de l'administration, la bibliothèque, les quatre petits amphithéâtres, le restaurant universitaire, toutes ces entités possèdent un hall ouvert sur la cour. Sans geste ostentatoire, chacun de ces halls offre un espace généreux et lumineux, dont la configuration et le dessin caractérisent et représentent le lieu. Le hall du bâtiment enseignement-administration,

très fréquenté, est traité de façon fonctionnelle et efficace. Hall "simple hauteur", il se développe verticalement dans un vide en demi-cylindre qui signale l'accès aux grands amphithéâtres, souligné par un halo de lumière zénithale. Grâce à de grandes baies vitrées toute hauteur, il dispose d'une large vue sur la cour centrale et les autres parties de l'UFR. Le hall du restaurant organise la file d'attente le long du cheminement qui conduit à la salle installée à l'étage. L'étudiant s'enfonce dans l'épaisseur du bâtiment en montant la première volée d'escaliers, puis il se retourne au palier intermédiaire et continue sa progression vers les abords lumineux de la façade sur cour qu'il longe sur quelques mètres avant d'atteindre les comptoirs du self-service et enfin la salle à manger.

Commun aux quatre petits amphithéâtres, le hall en longueur, lieu de transition ou d'attente, joue un rôle de vestibule ou de salle des pas perdus. L'élévation verticale du hall de la bibliothèque invite à se rendre dans les salles de lecture et met en scène le parcours qui y conduit, par le jeu des rampes d'escalier et des séquences qui le ponctuent. À l'articulation entre le hall et les salles de lecture, l'espace occupé par la



Isolant
Béton coulé en place
Éléments en béton préfabriqué mis en place avant coulage des planchers sur lesquels ils sont fixés

>>> **Détail de façade de la bibliothèque**



6



7

banque d'accueil et le coin presse est un lieu de convivialité, sorte d'"anti-chambre" où les étudiants peuvent se donner rendez-vous, s'attendre ou se détendre en lisant un journal. Les deux salles de consultation, identiques et situées l'une au-dessus de l'autre, sont directement accessibles depuis la zone d'accueil, de plain-pied ou par un escalier qui se développe dans l'espace de "l'antichambre".

Des conditions idéales pour l'étude

Chaque salle, sur un plan proche du carré, possède une généreuse double hauteur et la façade est, entièrement vitrée, laisse pénétrer la lumière naturelle à profusion. Sur les trois autres côtés, des mezzanines viennent en balcon. Un volume opaque de couleur jaune, contenant l'escalier de secours, ponctue l'espace de sa présence. Les rayonnages sont disposés au cœur de chaque salle, tandis que les places de travail se répartissent sur les côtés et en mezzanine, offrant ainsi des lieux plus ouverts, d'autres plus intimes ou isolés permettant à chacun de trouver sa place et d'étudier dans les meilleures conditions.

"J'aime que la lumière soit célébrée quand elle traverse un mur, affirme l'architecte. Ici les fenêtres affleurent presque au nu extérieur avec traitement de la goutte d'eau, ou bien l'on fabrique des embrasures de 80 cm en retrait. Cela permet d'obtenir une ombre très fine ou très fortement marquée, dont le jeu anime les volumes blancs du projet. On voit ainsi comment l'édifice vit avec la course du soleil."

Projet exemplaire

L'ensemble de l'UFR a été pensé et construit avec un souci constant d'économie. Un important travail a été fait, en liaison constante avec le maître d'ouvrage, pour s'assurer de la meilleure organisation fonctionnelle et pour trouver des matériaux et solutions constructives économiques, permettant de répondre aux exigences de pérennité, de qualité, d'esthétique, et plus largement aux exigences architecturales du concepteur. *"Nous avons fait un travail très stimulant d'optimisation fonctionnelle, économique et architecturale, déclare l'architecte. Pour le maître d'ouvrage comme pour l'architecte, je pense que cette façon de faire est exemplaire."*

➤➤➤ **6** Dans le hall du bâtiment enseignement-administration un développement vertical, souligné par un halo de lumière zénithale, signale l'accès aux grands amphithéâtres. **7** Des mezzanines viennent en balcon dans le volume généreux des salles de lecture de la bibliothèque.

Concernant le bâtiment d'enseignement, par exemple, une façade porteuse avec une ligne de poteaux centrale a été préférée, pour des raisons d'économie, à une structure avec poteaux en retrait et allèges béton rapportées. Sans perdre son sens et sa valeur, l'écriture architecturale s'adapte et décline ici une composition de fenêtres rectangulaires percées dans la peau blanche de la façade. En matière de structure et d'enveloppe, le béton offre des solutions qui répondent à ces exigences. L'ensemble du projet est réalisé en béton coulé en place, à l'exception de quelques éléments préfabriqués pour la bibliothèque. Les façades sont revêtues d'un enduit monocouche blanc passé à l'éponge. L'attention portée par l'architecte à la qualité des ambiances, à la prise en compte des usages et à la pérennité de l'ouvrage se retrouve à tous les niveaux du bâtiment. Cette architecture blanche alliant économie, simplicité et élégance est porteuse de générosité spatiale et de qualité de vie offerte aux étudiants. ■

TEXTE : NORBERT LAURENT

PHOTOS : HERVÉ ABBADIE



Maître d'ouvrage :
université Paris XII
Val-de-Marne

Mandataire :
Semaec

Maître d'œuvre :
Michel Rémon, architecte ;
Marie-Claude Richard, Rodolphe
Piccollet, Ludovic Durand,
architectes assistants

Coloriste : Françoise Couvez

BET et économiste :
Y Ingénierie

Entreprise générale :
GTM Bâtiment

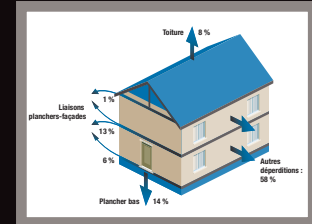
Surface :
14 590 m²

Coût :
25,2 M€ TTC

solutions

Les réponses constructives du béton à la RT 2005

>>> SUITE LOGIQUE DE LA RT 2000, LA RT 2005 INSTALLE UN RYTHME D'ÉVOLUTION RÉGULIER DE LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE AUX DÉPENSES D'ÉNERGIE DE NOS BÂTIMENTS. LE PRINCIPE EST CELUI D'UNE RÉDUCTION PROGRESSIVE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE NÉCESSAIRE POUR RÉCHAUFFER L'HABITATION EN HIVER ET POUR LA RAFRAÎCHIR EN ÉTÉ. L'ORIENTATION DU BÂTIMENT, MAIS AUSSI L'ISOLATION ET L'INERTIE THERMIQUE, SONT DONC LES "PRINCIPES" DE BASE D'UNE LOGIQUE DE CONCEPTION NOUVELLE POUR CERTAINS, TRADITIONNELLE POUR D'AUTRES, QUI EXPLOITE LES SPÉCIFICITÉS DU SITE ET LES RESSOURCES DE LA TECHNOLOGIE MODERNE. LE BÉTON, ON S'EN DOUTE, A PLUS D'UN ARGUMENT À PROPOSER DANS CETTE AVENTURE.



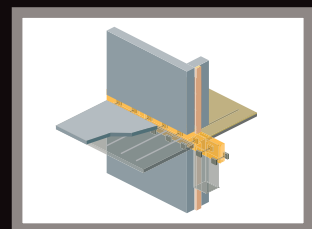
→ Vers l'équilibre énergétique

Tout savoir sur les déperditions énergétiques et la meilleure façon de les traiter. **p. 16**



→ Une maison à faible consommation

Conçue par le cabinet Grabli, cette maison familiale offre le plus grand confort sans dilapider l'énergie. **p. 18**



→ Ponts thermiques

Des planchers aux refends et murs extérieurs, toutes les solutions pour traiter les déperditions d'énergie. **p. 21**

→ Une logique de conception tournée vers « l'équilibre énergétique »

La réglementation thermique édition 2005 et a fortiori les éditions à venir (2010, 2015) impliquent une évolution sensible de la conception architecturale et du choix des principes constructifs. Mais l'évolution n'est pas une révolution et les solutions béton sont là pour répondre aux attentes des maîtres d'œuvre : tour d'horizon des enjeux et des solutions associées à cette nouvelle étape réglementaire.

Le bâtiment est, parmi les secteurs économiques, le plus gros consommateur en énergie. Il représente plus de 40 % des consommations énergétiques nationales et près de 25 % des émissions de CO₂. Gourmand en énergie, le bâtiment compte donc parmi les premières sources d'émissions polluantes. Il figure à ce titre parmi les premières cibles du protocole de Kyoto, entré en application en février 2005. L'échéance coïncidait avec la rédaction d'une nouvelle réglementation thermique, entrée en application dès l'automne 2006 : la

"RT 2005". Cette seconde étape annonce une série d'ajustements de la réglementation qui s'échelonnent de cinq ans en cinq ans, avec un niveau d'exigence chaque fois plus élevé. Au moins jusqu'à cette deuxième étape, le principe de la réglementation originale n'est pas bouleversé : de la RT 2000, la RT 2005 reprend la philosophie générale, axée sur la consommation globale d'un bâtiment de référence auquel le projet sera comparé. La logique est celle d'une compensation des performances entre différents composants du

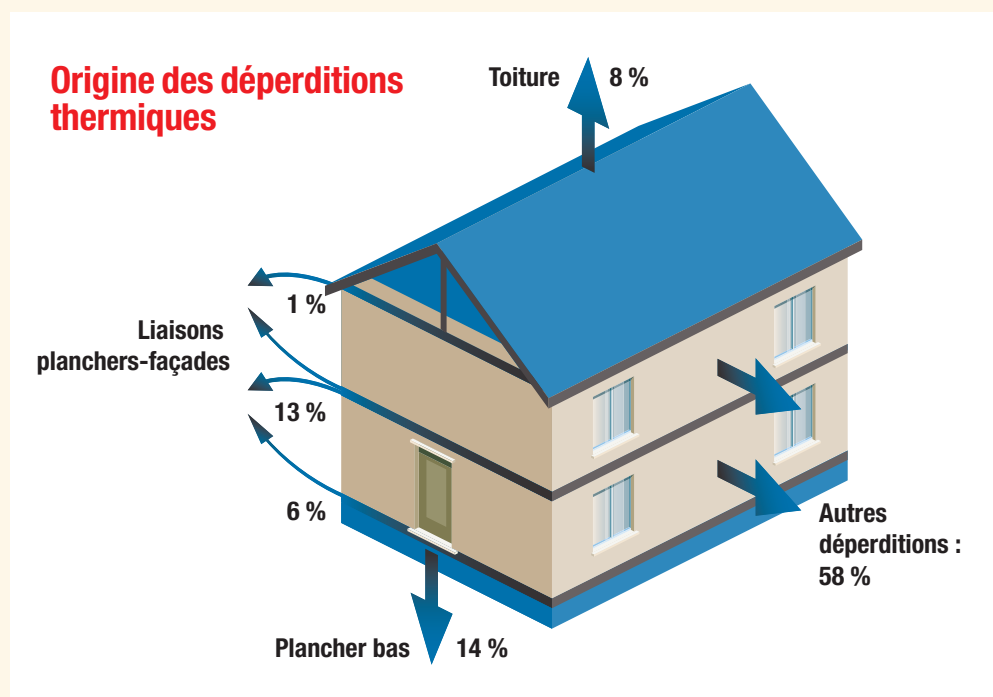
bâtiment, les choix les moins pertinents au niveau énergétique (façade peu isolée, par exemple) devant être équilibrés par d'autres choix plus performants (en matière de chauffage ou d'éclairage, par exemple) qui réduiront la somme des dépenses énergétiques.

Les objectifs sont pour le moins ambitieux : la RT 2005 vise une nouvelle amélioration de la performance énergétique des bâtiments neufs d'au moins 15 %, associée à une limitation du recours à la climatisation. Mais ce n'est qu'une étape intermédiaire, car le but à ne pas perdre de vue est bien une diminution minimum de 40 % de la consommation énergétique des bâtiments à l'horizon 2020...

Des méthodes de calcul différentes et des exigences en hausse

Les nouveautés de la réglementation thermique 2005 touchent à la fois les méthodologies de calcul et les exigences sur le bâti et les équipements. Au plan méthodologique, les évolutions les plus notables concernent l'introduction d'une construction de référence qui met en valeur les principes de l'architecture "bioclimatique", dont la vocation est à la fois de réduire la consommation d'énergie en hiver (moins besoin de chauffage) et d'améliorer le confort en été (en éliminant ou réduisant le besoin de climatisation). On notera encore, parmi les autres évolutions notables, le changement d'unité (en l'occurrence le kilowattheure d'énergie primaire par mètre carré SHON [kWh_{ep}/m²]), qui permettra de favoriser les comparaisons entre bâtiments, et l'introduction d'une consommation maximale (chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire) en valeur absolue pour le résidentiel, exprimée en énergie primaire par mètre carré, déclinée par zones climatiques et par types d'énergie de chauffage (combustibles fossiles ou électricité).

Le second volet de la RT 2005 touche donc le bâti et les équipements. Le texte se distingue notamment par un renforcement des exigences sur l'isolation du bâti : concernant la seule thermique, l'amélioration est de l'ordre de 10 % sur les déperditions par les parois et les baies, et de l'ordre de 20 % sur les déperditions par les ponts thermiques. Globalement, et selon le type de bâtiment (tertiaire, résidentiel individuel, résidentiel collec-



>>> Les ponts thermiques observés au niveau du plancher bas, de la toiture et des liaisons façades-planchers représentent à eux seuls 42 % des pertes par rupture de la barrière isolante.

Définitions

Ponts thermiques et rupteurs ad hoc

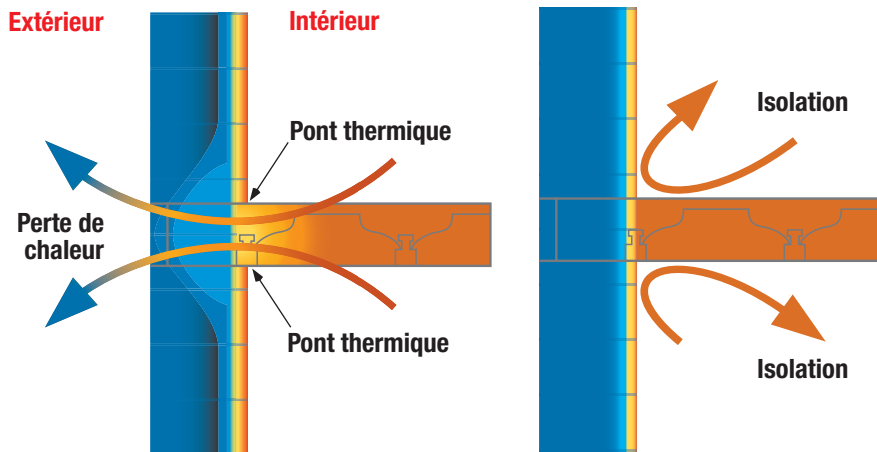
On appelle “pont thermique” un point de la construction où la barrière isolante est rompue, pour des raisons de conception ou de mise en œuvre défectueuse. Les ponts thermiques se situent généralement aux points de raccord entre les différentes parties de la construction – nez de planchers, linteaux, trumeaux et appuis situés au-dessus des ouvertures, nez de refends ou de cloisons en cas d’isolation par l’intérieur en réhabilitation, etc. –, qui sont autant d’occasions données à la chaleur intérieure de s’échapper. Les ponts thermiques entraînent alors une chute locale de température sur la surface intérieure de la paroi, et des zones froides localisées dans la maison. Ces zones critiques sont une source d’inconfort pour les occupants car le corps humain éprouvera une impression de froid si les murs sont froids, et ce, même si l’air de la pièce est suffisamment chaud. On estime que pour un immeuble les seuls ponts thermiques représentent plus de 40 % des déperditions de la construction. Un rupteur de pont thermique est, en toute logique, un dispositif permettant de limiter les déperditions en créant une séparation thermique tout en assurant une continuité mécanique.

tif), ces exigences entraînent une réduction de 10 à 18 % du coefficient “Ubât” [ce coefficient global de déperdition de l’enveloppe du bâtiment est comparé à un coefficient Ubât-réf, exprimé en watts par m² d’enveloppe et degrés Kelvin (W/m² K)]. Un même renforcement des exigences s’observe en matière d’équipements, avec l’introduction de matériels dits “de référence” (chaudière basse température, panneaux rayonnants, solaire thermique, etc.).

Une logique qui fait la part belle au contexte et aux spécificités du bâti

Tels sont les termes d’une réglementation qui met en valeur l’architecture bioclimatique, dont le principe est celui d’une conception qui tient compte, dès ses premières étapes, des conditions d’implantation du projet et donc des besoins futurs en énergie. Elle rappelle que

Effet du rupteur thermique



>>> **1** Dans le cas de cette liaison façade-plancher non isolée, la barrière thermique est rompue et la chaleur s’échappe au travers de la façade exposée au froid (flèches dégradées). **2** Lorsque l’isolation est correctement réalisée, avec mise en place d’un rupteur de pont thermique ad hoc, la barrière thermique est infranchissable et la chaleur intérieure ne peut s’échapper au niveau des jonctions.

chauffage, confort d’été et inertie thermique sont étroitement liés aux caractéristiques du bâti : géométrie, isolation, inertie, perméabilité à l’air, apports solaires. Aussi exigeante soit-elle, cette réglementation, du fait même de sa logique “combinatoire” (tel aspect énergétique compense tel autre), laisse une importante marge de manœuvre au concepteur dans son choix architectural, sans exiger de lui qu’il abdique sa préférence pour un matériau et un type de système constructif.

Le béton reste donc le matériau des architectes orientés vers l’audace architecturale, le confort et l’économie.

Les réponses du béton

L’une des qualités essentielles du béton est son inertie thermique, c’est-à-dire le potentiel de stockage thermique du matériau et plus largement du bâtiment. Elle conditionne sa capacité à emmagasiner de la chaleur ou de la fraîcheur afin de conserver une température intérieure stable et de se réchauffer ou de se refroidir très lentement. L’enjeu est double puisqu’il s’agit à la fois de préserver le confort et de réduire la consommation énergétique. Or le matériau béton est capable de stocker et de restituer d’importantes quantités de chaleur (ou de fraîcheur). L’un des grands enjeux de la RT 2005 et des réglementations futures étant la “lutte”

contre les ponts thermiques, cette qualité d’inertie du matériau pourra par exemple être associée à une isolation thermique par l’extérieur (ITE), qui permettra de supprimer une grande partie des ponts thermiques, sources de déperditions et de dégradations, mais également de tirer le meilleur profit de l’inertie du béton à l’intérieur même du bâtiment. Cependant, sans changer radicalement de système constructif, des solutions s’offrent déjà au concepteur pour exploiter au mieux les atouts du béton. C’est le cas de l’isolation par l’intérieur (ITI), où les apports de la technologie béton sont multiples. Les pertes de chaleur par le sol, notamment, sont éliminées grâce à des systèmes permettant d’isoler le bâti du terrain ou de la fondation : entrevous isolants, chapes flottantes, planchers avec rupteurs, etc. Les pertes causées par les ponts thermiques entre planchers intermédiaires, refends et murs sont également éliminées grâce à des panelles isolantes ou par le choix d’une structure poteaux-poutres.

Ces solutions, qui sont détaillées dans les pages suivantes, sont autant d’atouts du matériau béton face aux échéances de la réglementation. Elles sont aussi la preuve, pour le maître d’œuvre soucieux de sa liberté architecturale, de la pertinence d’un matériau qui, utilisé à bon escient, conserve tout son potentiel créatif. ■

TEXTE : PHILIPPE FRANÇOIS

→ Une maison familiale à très faible consommation à Maisons-Laffitte (78)

objectifs visés

- Respect des grands principes de l'architecture bioclimatique (orientation du bâtiment par rapport à la course du soleil notamment)
- Exploitation des apports solaires passifs
- Utilisation de matériaux et de technologies à hautes performances thermiques (ITE, triple vitrage, rupteurs de ponts thermiques)
- Respect scrupuleux du budget initial

La RT 2005 est entrée en application au second semestre 2006, mais le cabinet Grabli n'a pas attendu cette échéance pour promouvoir une architecture respectueuse de son contexte, conçue de manière à offrir le plus grand confort sans dilapider l'énergie.

Démonstration avec cette maison familiale élevée à Maisons-Laffitte.

La réglementation thermique 2005 n'est en aucun cas une limite à la liberté architecturale. La maison familiale construite à Maisons-Laffitte par le cabinet Grabli, architectes, en est la démonstration éloquente. Cet ouvrage est tout

simplement la matérialisation de différents principes de construction "écologique" où l'orientation – et donc la course du soleil – est la base même d'un concept architectural orienté vers l'utilisation passive de l'énergie solaire et l'exploitation de la température constante du sol par un puits canadien (ou puits provençal), système qui utilise tout simplement la masse thermique de la terre pour réguler la température à l'intérieur du bâtiment.

Des matériaux à haute performance thermique sont venus compléter ces principes de conception : triple vitrage, isolation par l'extérieur au moyen d'une plaque de polystyrène de 100 mm d'épaisseur. Des rupteurs de ponts thermiques ont été disposés aux limites de cette enveloppe, au niveau des nez de dalles.

contrôlé entre pièces sèches et pièces humides. Le puits canadien, quant à lui, permet le préchauffage de l'air neuf en hiver et son rafraîchissement en été.

Apports solaires passifs

Les apports solaires passifs ont également fait l'objet d'une étude minutieuse, avec de grandes baies vitrées orientées au sud et à l'ouest (baies vitrées coulissantes de 2,70 x 2,70 m) et une façade nord très fermée. Notons encore que ces principes de conception s'inscrivent dans le cadre d'un budget "classique", l'enveloppe fixée initialement par les maîtres d'ouvrage étant demeurée inchangée. ■



Étanchéité et pérennité

Cette "continuité" de l'enveloppe permet de réduire significativement les déperditions énergétiques tout en contribuant à la pérennité de l'ouvrage. La technologie est venue renforcer ces principes de structure avec une ventilation double flux qui assure un échange d'air

fiche technique

Maître d'œuvre :
cabinet Grabli, architectes

Entreprise gros œuvre : SCRIB

Étanchéité : SAPEB

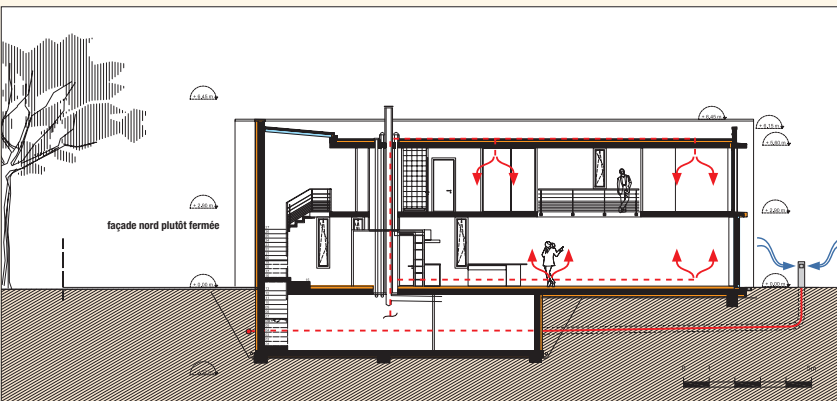
Zone climatique 2

SHON : 209 m²

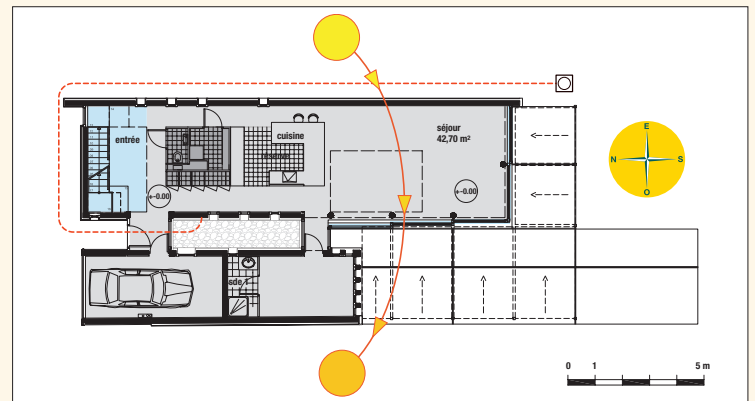
>>> La maison privilégie les grands volumes et les larges baies tournées vers le soleil. Visibles au plafond, les joints de calepinage du béton coulé en place laissés bruts.



>>> **1** et **2** Au sud et à l'ouest, des baies vitrées coulissantes aux dimensions généreuses (2,70 x 2,70 m) laissent pénétrer une abondante lumière naturelle qui contribue à réchauffer les espaces à vivre. **3** Des poteaux de béton reprennent les charges au niveau des façades vitrées.



>>> **Puits canadien** – Un puits canadien (également connu sous le nom de puits provençal) utilise la masse thermique du sol pour préchauffer l'air neuf en hiver et le rafraîchir en période estivale.



>>> **Course du soleil** – Le plan de masse révèle la pertinence de l'organisation spatiale par rapport à la trajectoire du soleil : au nord, des espaces tampons (cage d'escalier, garage) peu éclairés, au sud, de larges baies vitrées.

ENTRETIEN AVEC PASCAL GRABLI, architecte, maître d'œuvre de la maison familiale de Maisons-Laffitte

« La RT 2005 n'est qu'un cadre sur lequel on s'appuie »

La RT 2005 vous a-t-elle amené à revoir votre réflexion architecturale ?

Pascal Grabli : La RT 2005 repose sur une moyenne quand nous raisonnons sur le principe du confort. Notre credo s'est donc trouvé conforté par la nouvelle réglementation thermique et nous n'avons pas eu à bouleverser une logique qui se situe naturellement au-dessus du minimum. Dès lors que le maître d'œuvre fait le choix du bon sens architectural et de l'intelligence environnementale, la réglementation thermique n'est rien de plus qu'un cadre sur lequel on s'appuie. À l'inverse, ceux qui mettent en avant la "chose" architecturale avant le contexte

et l'utilisation du bâtiment seront peut-être amenés à réviser leurs conceptions.

Vous n'avez donc pas eu à abandonner un quelconque principe constructif...

P. G. : Le système du mur-manteau est une technique que nous entendons développer et la RT va dans ce sens. La seule contrainte est celle du coût, un peu plus élevé. Mais ce n'est en aucun cas une nouvelle façon d'exercer l'architecture. Pour qu'une certaine "pédagogie" émane de cette maison, il fallait que son coût reste accessible, de l'ordre de 1500 €/m², avec un confort supérieur à celui d'une maison classique. Le

résultat est une habitation qui s'approche du seuil supérieur des maisons à très faible consommation, la part "chauffage" se limitant à 70 kWh/m²/an.

Quelle est la part du béton dans cette réalisation ?

P. G. : Elle est double. Il y a d'abord des blocs-béton pour tout ce qui est vertical, et ensuite du béton coulé en place pour ce qui est horizontal. Des blocs dits "à bancher" ont été utilisés sur les grandes surfaces, pour éviter tout affaissement. Le béton coulé en place est brut de décoffrage. Des rupteurs de ponts thermiques ont été installés au niveau des rives de dalles, non sans difficulté

pour l'entreprise qui n'avait pas l'habitude de ce genre de technique. Cela montre au passage que les usages des entreprises devront évoluer au même titre que les habitudes des architectes. Quoi qu'il en soit, cette réalisation montre que l'on peut atteindre des objectifs thermiques élevés avec des moyens simples.

Dans ce contexte, quel regard portez-vous sur le matériau béton ?

P. G. : Le béton est un matériau magnifique... Pour notre part, nous nous devons de répondre aux objectifs avec des moyens astucieux et peu coûteux.

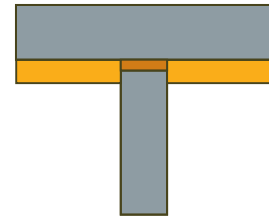
→ Les refends

Moins problématiques que les liaisons façades/planchers, les liaisons refends/murs restent une source potentielle de déperditions. Plusieurs solutions sont possibles.

Exemples de traitement des ponts thermiques – murs de refend

Solution 1 – Planelle isolante

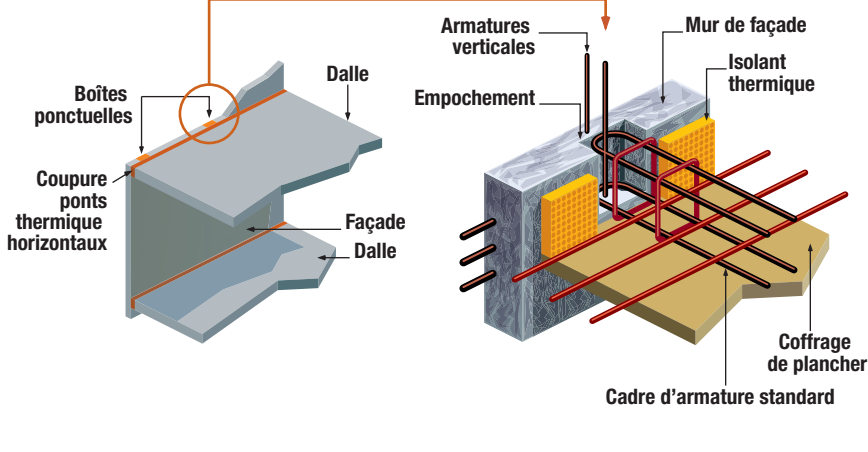
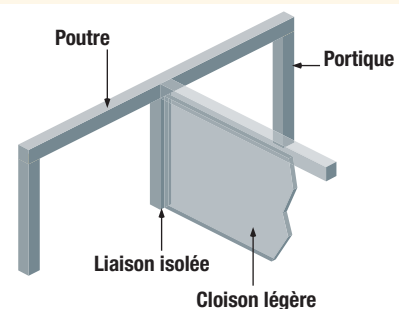
La rupture des ponts thermiques aux jonctions façade-refend peut s'effectuer par la mise en place d'une planelle isolante entre le mur de façade et le refend. L'amélioration thermique est de l'ordre de 70 à 80 %, sans changement par rapport au système constructif classique. Le mur de façade peut être réalisé en maçonnerie ou en béton banché.



>>> **Planelle entre façade et refend.**

Solution 2 – Structure poteaux-poutres

Une autre solution est possible en optant pour une structure poteaux-poutres en lieu et place des refends. Ce type de structure permet de substituer au refend porteur une cloison légère, et ainsi de supprimer les liaisons avec les façades. Le système repose sur des éléments préfabriqués en béton en association avec des poteaux préfabriqués ou coulés en place. Il apporte une modularité appréciable.



>>> **Schémas de principe de la solution 3, "assise de dalle limitée à des points d'appui isolés".** À gauche, localisation des rupteurs de ponts thermiques; à droite, détail des cages d'armatures ponctuelles.

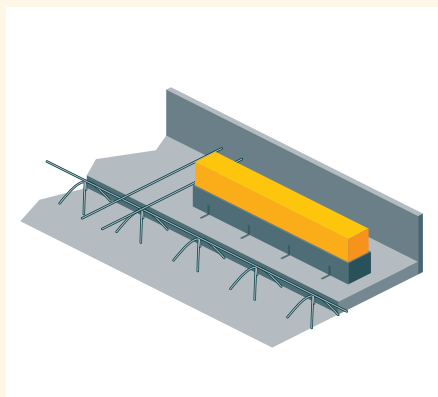
Solution 3 – Assise de dalle limitée à des points d'appui isolés

Le principe consiste cette fois à limiter l'assise de la dalle en béton armé sur les murs de façade à des points d'appui isolés, de 20 à 25 cm de largeur, le plus espacés possible (de 1 m à 2,2 m). Des boîtes de coffrage pincées dans les banches du mur de façade créent des "empochements", traversés par une armature verticale, dans lesquels la future dalle prendra appui sur le voile. Sont ensuite mis en place le coffrage du plancher,

les aciers habituels, ainsi qu'un cadre d'armature standard enfilé sur l'armature verticale, destiné à ancrer la dalle au droit des réservations. Vient ensuite la mise en œuvre des éléments isolants du rupteur thermique, entre les points d'appui, contre la face du mur tournée vers la dalle. En phase finale, l'entreprise procède au coulage de la dalle et le béton pénètre dans chaque empochement.

Solution 4 – Prédalle équipée de blocs isolants intégrés

Applicable aux logements collectifs et aux habitations individuelles, cette solution consiste en une prédalle en béton armé de 18 à 25 cm d'épaisseur, équipée de boîtes en polymère rigide incorporées le long des rives de la dalle. Des blocs isolants en laine de roche compressée sont ensuite mis en place dans ces bacs par l'entreprise avant de procéder au coulage de la dalle de compression. Les ancrages de la dalle dans les refends périphériques sont assurés par des cages d'armatures intégrées à la prédalle. Facile à mettre en œuvre sur le chantier, cette solution permet une réduction des ponts thermiques de l'ordre de 40 %.



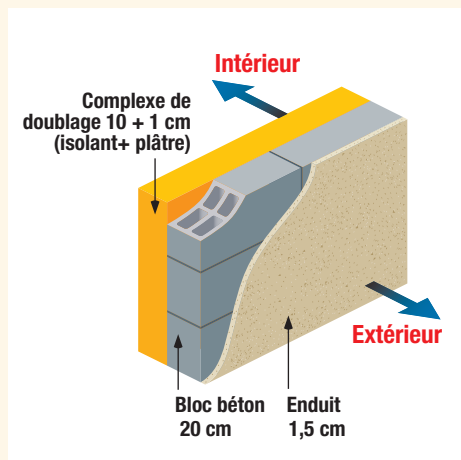
>>> **Schéma de principe d'une prédalle équipée de blocs en polymère rigide disposés en rive, et dans lesquels sont insérés des blocs isolants en laine de roche.**

→ Les murs extérieurs

L'isolation thermique par l'intérieur (ITI) est le système le plus couramment employé par les maîtres d'œuvre, en neuf comme en réhabilitation. Ses avantages immédiats sont l'absence de modification de l'aspect extérieur et un coût relativement peu élevé.

Pour autant, ce système d'isolation par l'intérieur ne permet pas de traiter complètement l'ensemble des ponts thermiques et il peut en outre réduire de façon significative la surface des pièces. D'autres solutions peuvent être mises en œuvre.

70 % des murs maçonnés construits en France sont en blocs béton



technique

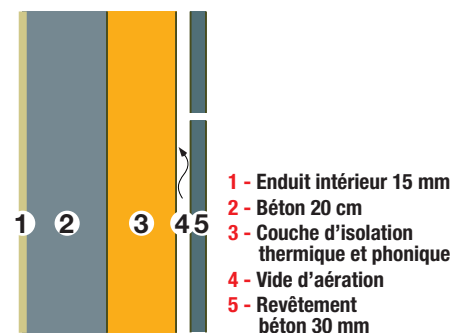
Sous l'œil du CSTB

La plupart des rupteurs de ponts thermiques disponibles sont soumis à un avis technique du CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment). L'avis ainsi émis donne une description du produit, complétée d'un texte relativement détaillé précisant le domaine d'application et les éventuelles restrictions.

Exemples de traitement des ponts thermiques – murs extérieurs

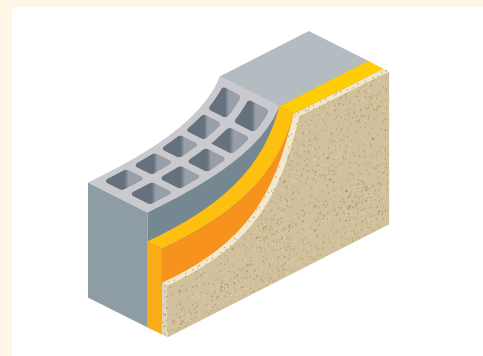
Solution 1 – Isolation thermique par l'extérieur (ITE)

Dans ce cas, les problèmes de ponts thermiques sont pour la plupart résolus, les panneaux couvrant l'intégralité de la façade et donc les liaisons planchers-façade et refends-façade. Autres avantages : l'ITE préserve l'inertie des murs en béton et contribue ainsi à l'amélioration du confort d'été. Cette isolation ne modifie pas la surface habitable mais elle présente plusieurs inconvénients : le coût est plus élevé que celui de l'isolation par l'intérieur et l'ITE modifie l'aspect extérieur du bâti. Cependant plusieurs solutions constructives sont possibles pour éviter cet inconvénient :



>>> Schéma de principe d'une isolation par l'extérieur sur mur béton (coupe transversale).

Parements sur isolant – Ces systèmes sont constitués d'une ossature verticale recouverte d'un parement extérieur (éléments en béton par exemple). L'isolation est assurée par des panneaux de fibre minérale (laine de verre ou laine de roche) fixés sur le mur. Une lame d'air permet la ventilation de l'ensemble.



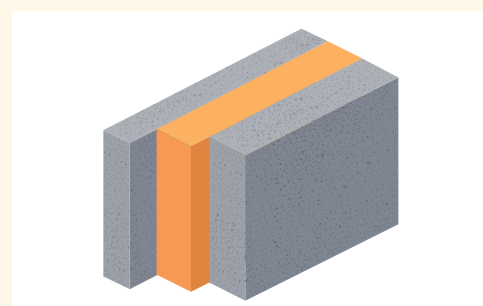
>>> Schéma de principe d'une isolation par l'extérieur sur la base d'un isolant PSE enduit.

Enduits isolants – Le système se compose d'un isolant collé sur le mur à l'extérieur de l'habitation (PSE ou laine de roche), d'un enduit spécifique armé d'un tissu de fibres de verre, et d'un enduit de finition.

Solution 2 – Double mur

Le double mur est une réponse pertinente à la question de l'isolation thermique qui permet à l'architecte de profiter pleinement des atouts plastiques et esthétiques du béton, apparent sur les deux faces du mur.

Le principe est celui d'un mur extérieur et d'un mur intérieur en béton, entre lesquels un isolant est pris en sandwich, combinant ainsi inertie thermique et isolation.



>>> Schéma de principe d'un double mur.

→ Le traitement des ponts thermiques

La grande question posée par la nouvelle réglementation est celle de l'étanchéité du bâti. Jusqu'à un passé plus ou moins récent, cette question de l'étanchéité s'est surtout concentrée sur la toiture, les portes, les fenêtres. D'importants progrès ont pu être accomplis dans ces différents domaines grâce aux apports de la technologie. Avec le durcissement des exigences de la réglementation, l'heure est maintenant à la chasse aux autres ponts thermiques...

Traiter la question des performances énergétiques d'un bâtiment relève d'une approche globale qui comprend le bâti, la ventilation, le chauffage, la production d'eau chaude... Mais il est évident que le gros œuvre se doit également d'améliorer les qualités thermiques du bâti et non plus compter seulement sur les performances (sans cesse améliorées) de "produits isolants" plaqués sur un gros œuvre traditionnel.

Une nouvelle notion : les systèmes constructifs

Il faut désormais intégrer la notion de "systèmes constructifs" répondant de façon économique aux nouvelles exigences, et le traitement des ponts thermiques devient un enjeu majeur. Si l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) sera probablement, à terme (2015 et au-delà), une réponse difficilement évitable, l'utilisation généralisée de rupteurs de ponts thermiques associés à une isolation thermique par l'intérieur (ITI) plus performante (épaisseur des murs ou classe d'isolant), permet d'ores et déjà de répondre aux nouvelles exigences thermiques. Dans ce contexte, le développement des systèmes permettant d'isoler le bâti du terrain ou de la fondation (chapes flottantes, vides sanitaires, entrevous isolants, etc.) se généralise.

→ Les planchers

Les planchers sont une importante source de ponts thermiques et donc de perte de chaleur. C'est le cas du plancher bas, responsable à lui seul d'environ 20% des déperditions, mais aussi des planchers intermédiaires et supérieur, sources de ponts thermiques importants en about de dalle et, pour le plancher supérieur, en acrotère. Des rupteurs de ponts thermiques bien situés vont assurer la continuité de l'isolant des murs et permettre de corriger ce phénomène. Attention cependant : pour une efficacité maximale, l'utilisation d'un rupteur de pont thermique doit être prévue dès l'étape de la conception du bâtiment.

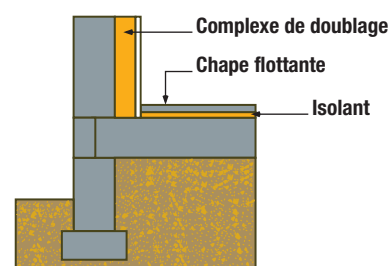
Plancher bas

L'appréciation de la qualité thermique d'un plancher englobe la constitution du plancher, la nature des liaisons entre plancher et parois verticales adjacentes, et la présence d'un éventuel volume d'air sous le plancher. Si l'humidité est maîtrisée, un plancher sur terre-plein n'occasionne que peu de déperditions : le sol stocke la chaleur des pièces, et son inertie régule la température de la maison. Une isolation (couche d'isolant sous dalle d'environ 5 cm) ne sera envisagée qu'à l'occasion de travaux de réfection de sol, si l'effet de paroi froide devient une source d'inconfort.

Exemples de traitement des ponts thermiques – planchers bas

Solution 1 – Plancher bas sur terre-plein

Une couche d'isolant est posée sur la structure porteuse du plancher et recouverte d'une chape mince de béton. Ce mode de traitement du pont thermique plancher bas/mur se distingue par son coût relativement faible.



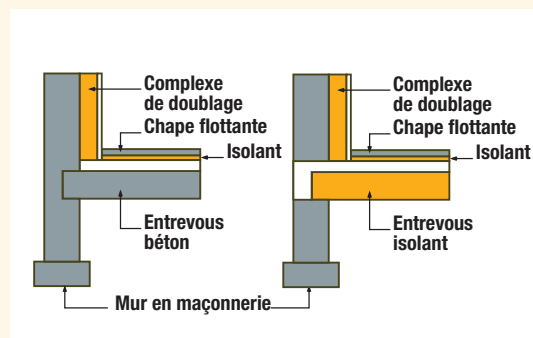
Mur en maçonnerie Ep. : 20 cm

>>> *Isolation par chape flottante d'un plancher bas sur terre-plein.*

Solution 2 – Plancher disposé sur vide sanitaire

Adaptée au cas de la maison individuelle, cette solution permet d'isoler un plancher bas conçu sur un principe de poutrelles entre lesquelles sont disposés des entrevous. Ces entrevous peuvent être des entrevous béton (sans isolation) ou des entrevous isolants. Au-dessus de cette structure porteuse sont déposés des panneaux isolants. Après la mise en œuvre d'un film polyane, sont installés les treillis métalliques et éventuel-

lement les éléments de chauffage par le sol, puis on coule la dalle béton. L'épaisseur totale est de 22-24 cm et les déperditions au droit de la jonction plancher-mur extérieur sont réduites, du fait de la chape flottante, mais les portées restent limitées à 4 mètres environ.



>>> **Systèmes d'isolation pour plancher bas sur vide sanitaire.**

Planchers intermédiaires

La situation est sensiblement la même pour les planchers intermédiaires, dont les ponts thermiques en about de dalle représentent 13 % des déperditions de chaleur. Des rupteurs de ponts thermiques seront donc placés aux liaisons planchers intermédiaires/murs extérieurs et, le cas échéant, aux liaisons planchers intermédiaires/dalles balcon. Ces dispositifs traitent environ 70 % des déperditions observées dans ces zones. Ils évitent également les moisissures et autres pathologies susceptibles d'apparaître avec le temps, et leur mise en œuvre est à la portée de toutes les entreprises à condition de respecter certaines précautions.

Plancher haut

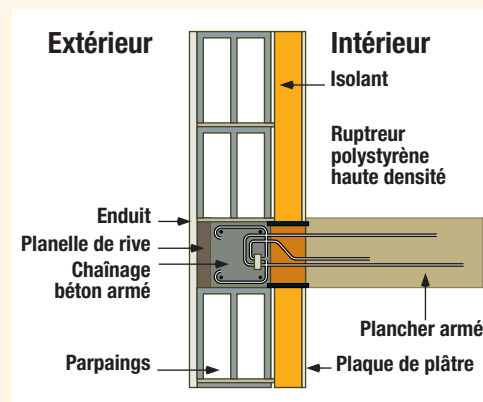
Les calculs de température intérieure conventionnelle indiquent des températures plus faibles en été d'au minimum 2 °C pour les maisons ayant un plancher haut lourd (en béton) que pour celles ayant un plancher haut léger (en bois, par exemple). En saison froide, à l'inverse, la liaison refend-plancher haut est source d'importantes déperditions. Pour atteindre les niveaux d'exigence de la RT 2005 – et a fortiori des suivantes –, il est impératif de traiter les ponts thermiques de plancher haut et donc de mettre en place des rupteurs de ponts thermiques *ad hoc*. Il existe une grande variété de rupteurs de ponts thermiques, permettant de traiter tous les cas de figure. Conçus sur le principe d'un bloc isolant (laine de roche, polystyrène, mousse de polyuréthane, etc.) traversé par des armatures, ces outils de liaison reprennent des charges tout en freinant la conductivité thermique.

Exemples de rupteurs de ponts thermiques – planchers hauts et intermédiaires

Solution 1 – Rupteur pour liaison plancher-façade

Le rupteur est un élément de polystyrène (PSE) traversé par des armatures réalisées par soudage bout à bout d'acier HA (haute adhérence) et d'inox pour la partie comprise dans l'isolant (l'inox est quatre fois moins conducteur que l'acier). La mise en œuvre comprend la pose des armatures de la dalle ou de la façade, la mise en place du rupteur puis la liaison des deux armatures et le coulage du béton.

La qualité du travail d'étude est ici déterminante afin de limiter les charges reprises par ces rupteurs. Selon les cas, le niveau d'efficacité de l'isolation variera de 70 % à 90 %.

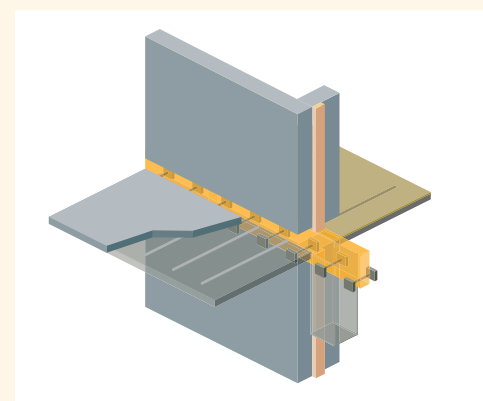


>>> **Schéma de principe d'un rupteur de pont thermique disposé au niveau d'une liaison plancher-mur extérieur.**

Solution 2 – Rupteur pour élément de façade en porte-à-faux

Il s'agit cette fois d'une armature d'ancrage dont la fonction principale est l'élimination des ponts thermiques provoqués par les éléments en porte-à-faux des bâtiments (balcons, acrotères, corniches, etc.), sources d'autant de "points froids".

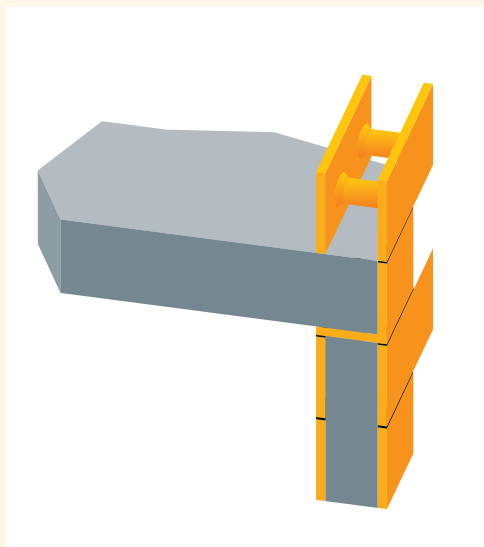
Ce système assure une double isolation thermique et acoustique, à partir d'un élément isolant (laine de roche ou laine minérale), traversé par des barres horizontales en acier crénelé inoxydable.



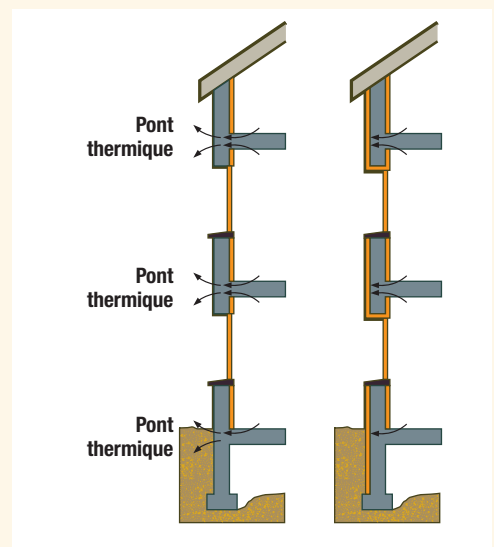
>>> **Schéma de principe d'un rupteur de pont thermique pour élément en porte-à-faux.**

Solution 3 – Béton coulé entre isolants

Ici le principe est exactement inverse à celui du double mur, puisque du béton est coulé dans un coffrage isolant en polystyrène expansé. Du fait de la présence d'une isolation à l'intérieur comme à l'extérieur, les ponts thermiques sont pour la plupart nuls au niveau des angles, des refends et des planchers intermédiaires. Un enduit spécifique est utilisé pour l'extérieur, une simple plaque de plâtre cartonnée à l'intérieur. La souplesse du système autorise toutes les découpes jusqu'à la mise en œuvre du béton.



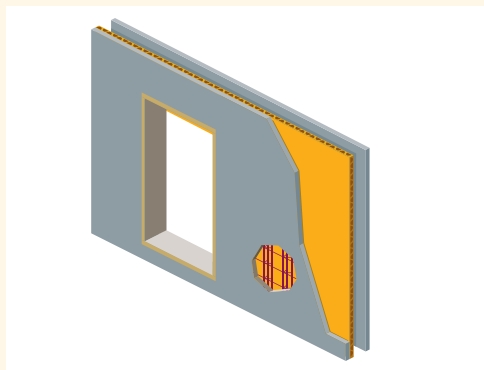
>>> Schéma de principe d'un mur réalisé à partir d'éléments de coffrage isolants.



>>> Bénéfice d'une isolation rigoureuse par l'intérieur et l'extérieur (à droite).

Solution 4 – Mur précoffré

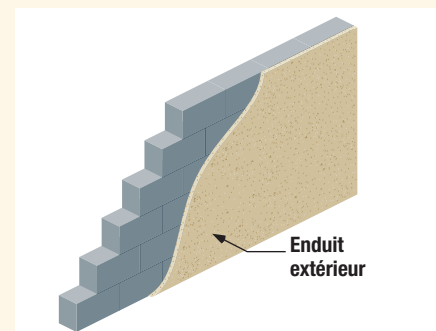
Élément de structure préfabriqué industriellement, le mur précoffré se compose de deux parois préfabriquées en béton, liées entre elles par des raidisseurs. Après mise en place, du béton prêt à l'emploi (BPE) est coulé entre les parois. Le mur précoffré affirme ses qualités thermiques avec l'isolation intégrée : une couche d'isolant est placée entre les deux voiles préfabriqués (au contact du voile extérieur) avant coulage du béton. Ce système est une façon pertinente d'associer les qualités esthétiques du béton et un niveau élevé d'isolation thermique.



>>> Schéma de principe d'un double mur béton avec couche d'isolant au contact du mur extérieur.

Solution 6 – Isolation répartie

L'isolation répartie consiste à construire des murs avec des matériaux épais qui sont à la fois isolants et porteurs, d'où un appréciable gain de temps lors de la mise en œuvre et une réduction des ponts thermiques. Deux solutions "béton" sont disponibles : le bloc de béton de pierre ponce et le bloc de béton cellulaire.



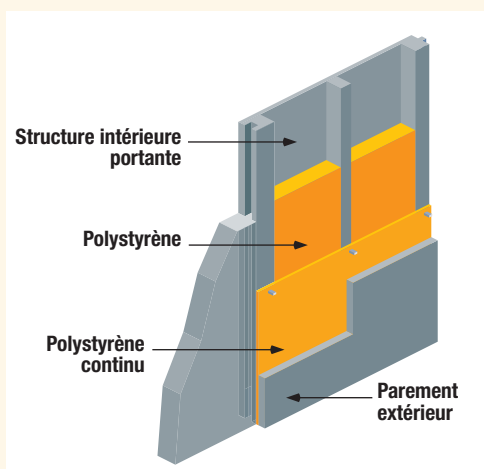
nota

Les solutions présentées au long de ce cahier ne sont bien sûr que des exemples, et cette liste de produits n'est évidemment pas exhaustive. Elle doit donc être interprétée comme un "tour d'horizon" des multiples possibilités que le matériau béton place au service de l'imagination de l'architecte.

Solution 5 – Mur préfabriqué

Ces panneaux en béton s'assemblent au moyen d'un système de tenon-mortaise. Ils comprennent deux couches d'isolant (polystyrène), dont une couche continue qui élimine tous les ponts thermiques.

Schéma de principe >>> d'un élément de mur préfabriqué avec ses couches d'isolant.





Des voiles de béton lancés contre l'horizon

>>> DANS UN CONTEXTE A PRIORI DÉFAVORABLE, LES ARCHITECTES DOMINIQUE DELORD ET JACQUES GARCIN ONT CONFIE À DEUX VOILES DE BÉTON LA DIFFICILE MISSION D'INSTALLER DANS SON DÉCOR LE NOUVEAU CENTRE D'EXAMEN DU PERMIS DE CONDUIRE DE NÎMES. IL FALLAIT AUSSI ORGANISER LES QUELQUE 3 000 M² DE PISTES NÉCESSAIRES AUX ÉPREUVES PRATIQUES DES PERMIS AUTO, MOTO ET POIDS LOURD. PUISSANTES ET SIMPLES, CES LIGNES DESSINENT UNE ARCHITECTURE CONTEMPORAINE ET JUSTE, PARFAITEMENT ADAPTÉE À UN PROGRAMME D'UN GENRE NAISSANT QUE LES ARCHITECTES ONT EU L'HONNEUR D'INVENTER.



1



2

La DSCR (direction de la Sécurité et de la Circulation routière) a été récemment chargée, par le ministère de l'Équipement, et pour chacune des préfectures que compte le territoire français, de la réalisation d'un bâtiment regroupant dans un lieu unique l'ensemble des locaux et équipements afférents aux permis de conduire.

Une première en France

En 2001, lorsque les architectes Dominique Delord et Jacques Garcin remportent l'appel d'offres pour la construction du centre d'examen des permis de conduire de la préfecture du Gard, le sujet est encore nouveau, le centre étant l'un des premiers de France. Le programme, mis en place conjointement

avec le maître d'ouvrage, associe les locaux accueillant du public (salles d'examens théoriques) aux services administratifs correspondants (bureaux, salle de réunion et salle de repos des inspecteurs) et doit également permettre d'atteindre facilement les différentes pistes motos, poids lourds et départ des véhicules légers, qui représentent une surface de 3 000 m².

Les architectes, conscients de ce rapport d'échelle assez désavantageux, en ont fait le principal enjeu du projet. Ils expliquent : *"Comment donner une présence à un petit équipement de 421 m² face à une étendue de voirie aussi démesurée ? D'autant que la difficulté était ici décuplée par une topographie désespérément plate, et le voisinage des pistes d'atterrissage et de décollage de l'aéro-*

drome voisin, le tout n'offrant par conséquent aucune accroche particulière au futur bâtiment."

Plan de masse pertinent et fonctionnel

Hiérarchisant les différentes contraintes, les architectes ont d'abord su donner au plan de masse la pertinence et la fonctionnalité nécessaires pour organiser l'ensemble du site. L'équipement placé en retrait par rapport à la limite de la parcelle libère l'avant, pour y placer la zone de départ des permis VL, constituée d'une dizaine de places de stationnement en épi. Une simple marche avant permet aux candidats de quitter le site pour l'épreuve pratique qui se déroule comme au préalable sur la voie publique.

Le parking personnel, positionné également sur l'avant, se retire au nord, sur une partie plus enclavée du terrain. Depuis ces deux aires de stationnement, des cheminements piétons mènent naturellement vers le bâtiment. Le volume construit s'est étiré au maximum de façon à conférer au bâti une certaine importance et à créer un pendant à l'emprise des pistes motos et poids lourds qui se déploient à l'arrière, implantée perpendiculairement de façon à minimiser leur importance.

Pour renforcer l'accessibilité du bâtiment, les locaux ouverts au public sont exclusivement localisés au rez-de-chaussée. Et pour affirmer sa présence, l'ensemble a été traité comme un socle massif. Deux voiles en béton banché brut de décofrage enserrant les locaux d'examen



>>> Le traitement des baies de l'étage, protégées par des brise-soleil de mélèze placés au même nu que la vêture bois renforce l'impact de la traversée transparente du hall au rez-de-chaussée. Celle-ci lie visuellement les différentes zones de pistes.



3

>>> **1** La façade sud, réalisée en polycarbonate alvéolaire, se protège derrière une accumulation d'automobiles compressées. **2** Traité comme un socle massif, un parallélépipède de béton enserme les locaux ouverts au public, placés au rez-de-chaussée. Les locaux du personnel à l'étage sont protégés par une veste bois. **3** Le polycarbonate alvéolaire translucide du pignon nord affranchit la façade de toute ouverture et lui confère une dimension abstraite.

théorique : les trois salles d'interrogation du permis poids lourd au nord et la vaste salle d'examen du code de la route au sud. Au centre, les deux voiles ont été percés de part et d'autre pour y placer le hall. Les architectes ont choisi de vitrer totalement cet espace pour y instaurer une transparence maximale et mettre en scène le déroulement des examens pratiques : les véhicules légers prêts à partir à l'avant, les motos et les camions sur leurs pistes d'essai à l'arrière.

Jeu de traitement des baies

L'étage joue avec l'opposition classique du socle et de son couronnement. Abritant les locaux administratifs, il s'inscrit dans un autre volume, plus court et habillé d'une veste en mélèze qui exprime la particularité de ces locaux réservés au service.

Une échelle de lecture plus précise du projet permettra de montrer que les architectes ont joué avec les différents traitements des baies de façon à mettre

en scène l'espace du hall, traité comme un véritable "trou" qui traverse de part en part les deux épais voiles de béton.

Les pignons nord et sud, en polycarbonate alvéolaire translucide, s'affranchissent, pour éclairer les locaux intérieurs, de toute nécessité de percement à proprement parler. Au nord, le matériau est utilisé sur la totalité du pignon. Côté sud, la fermeture est constituée du même matériau, protégé du soleil par l'empilement d'une vingtaine d'automobiles pliées à la manière des *Compressions* de César, dont la configuration assure le maintien d'une seule prise de jour en partie centrale de la paroi, occultée lors des épreuves du code de la route par le coulissement vertical de l'écran de projection. Les candidats en attente d'examen sont ainsi avertis des conséquences possibles d'une conduite imprudente...

Le calage de ces pignons, en retrait par rapport à la volumétrie générale du bâtiment, accuse l'importance des façades est et ouest, sur lesquelles les différentes baies ont été protégées de l'ensoleille-

ment par des brise-soleil fixes en bois. De même essence que le parement bois de l'étage, ils ont été traités volontairement au même nu pour brouiller le dessin des baies en les effaçant, de façon à conférer le maximum d'importance à la traversée transparente du hall qui relie et met en tension les différentes zones.

Le béton comme matériau d'opposition

Toute la force du projet réside dans ces deux gestes d'une extrême simplicité : planter deux traits verticaux pour organiser une étendue horizontale, et les percer de façon transversale de manière à relier et mettre en scène l'ensemble. Le choix du béton pour réaliser ces lignes s'est fait de façon naturelle et conjointement à l'élaboration du parti architectural. La mise en œuvre du matériau dans des banches en métal lui confère un aspect lisse, sublimé par l'apparence rugueuse de la veste en mélèze qui couronne l'étage. Cette "surface glacée" reflète une lumière qui, partout autour du bâtiment, est au contraire absorbée par le bitume. Ces deux murs puissants aux arêtes saillantes se dressent pour cadrer et établir

les limites de cette écrasante voirie, face à laquelle la matérialité seule d'une architecture de béton disposait du poids nécessaire pour résoudre la principale difficulté du projet. ■

TEXTE : SOLVEIG ORTH

PHOTOS : DIDIER BOY DE LA TOUR



Maître d'ouvrage :
ministère de l'Équipement
DDE du Gard

Maître d'œuvre :
Tautem Architecture –
Dominique Delord
et Jacques Garcin

BET structures :
Portefaix

Entreprise gros œuvre :
Rourissol

SHON :
421 m²

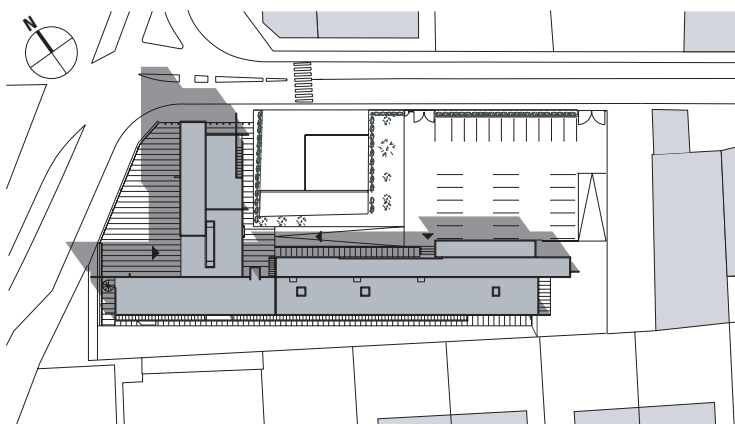
Coût :
0,5 M€ HT



Monumentalité de style contemporain

>>> UN BOURG BLOTTI AU PIED D'UNE ÉGLISE, DES CHAMPS, DES BOIS, DES TOURS DE RÉFRIGÉRATION, TELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES DU PAYSAGE DANS LEQUEL S'INSCRIT LA MAISON DE COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DE CATTENOM ET ENVIRONS, EN MOSELLE. DANS CE PREMIER ÉDIFICE PUBLIC CONÇU APRÈS DIX-SEPT ANS PASSÉS AUX ÉTATS-UNIS, L'ARCHITECTE PASCAL QUINTARD-HOFSTEIN EXPRIME AVEC JUSTESSE LE CARACTÈRE INSTITUTIONNEL DU BÂTIMENT. DE TAILLE MODESTE MAIS GRÂCE À SON VOCABULAIRE CLAIREMENT CONTEMPORAIN, L'ÉDIFICE COMBINE PROXIMITÉ AVEC LES CITOYENS ET FONCTION DE REPRÉSENTATION.

>>> Plan de masse



Le projet d'hôtel de district de Cattenom, devenu depuis la maison de communauté de communes, est né de la réunion, en 1986, de dix-neuf communes, rurales dans leur grande majorité, suite aux lois de décentralisation. Il fallait nécessairement un lieu pour matérialiser cette communauté. Le site choisi pour son implantation appartient tout naturellement au territoire de Cattenom, chef-lieu de canton et ville la plus importante de cette association.

Quatre tours de refroidissement

La cité au noyau médiéval abrite la deuxième centrale nucléaire de France, qui produit de l'énergie pour la région et les pays limitrophes, Luxembourg et Allemagne. Une des composantes majeures de son paysage est constituée par les quatre tours de refroidissement de la centrale nucléaire, à la fois proches – on les voit de tous les points de la ville – et lointaines car implantées à distance du

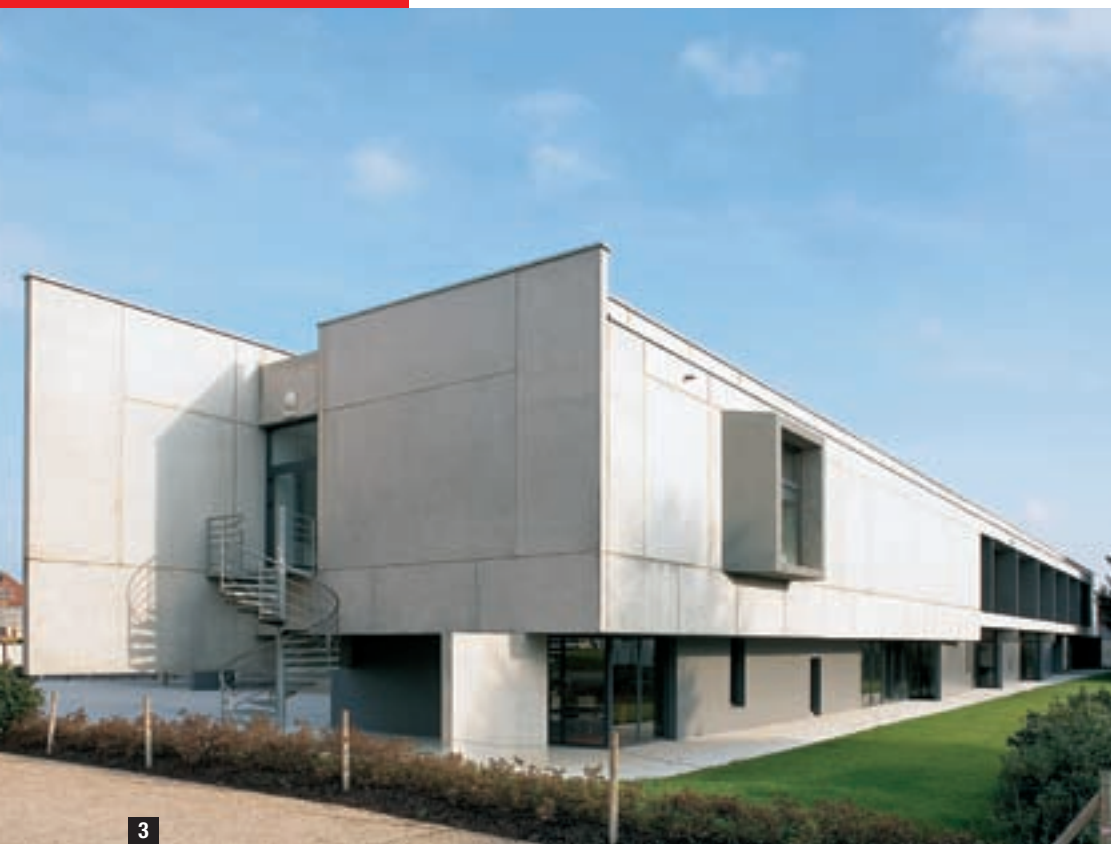
centre ancien. L'agglomération, entourée de terrains agricoles, est composée pour l'essentiel de constructions en R + 1 dont émerge la silhouette de l'église, imposante par contraste.

En lisière de bourg, à l'angle de la rue Charles-de-Gaulle et de la RD 1, également appelée "route du Luxembourg", l'ancrage de l'édifice est fortement conditionné par le site : les contraintes urbanistiques et les composantes du paysage contribuent à définir la forme du projet. Les hangars qui occupaient le terrain ont été démolis mais un café, qui n'a pu être acquis par la municipalité, et un recul de 10 m par rapport à l'alignement sur la RD 1 imposé par la réglementation, ont généré le plan en équerre de l'équipement.

Deux voiles en béton perpendiculaires installent le programme. Tirant parti de la règle de recul, l'architecte en profite pour créer un vaste parvis, espace urbain et paysager qui donne sa pleine mesure à la nouvelle construction. Il y a d'ailleurs



>>> **1** Le long de la route départementale, les voiles de béton déploient leurs angles vifs et semblent suspendus au-dessus des parois de verre. L'alternance de volumes opaques et transparents, la fonction d'appel du hall vitré, affichent la vocation d'équipement du bâtiment. **2** Partout, le béton affirme sa présence. Quelquefois peint, le plus souvent apparent, il enveloppe les différentes fonctions et donne clairement à lire la partition des volumes.



3



4

deux parvis. Le premier comme espace de représentation, le second le long de la rue Charles-de-Gaulle où se trouvent l'accès principal et les places de stationnement pour le personnel et les visiteurs.

Risque payant

Un hall totalement transparent forme une charnière qui articule les deux espaces et les relie visuellement. Les parois vitrées fonctionnent comme autant de cadrages sur le paysage environnant et particulièrement sur les tours

de réfrigération. En proposant un hall de 200 m² au lieu des 70 m² demandés au programme, Pascal Quintard-Hofstein a pris le risque, finalement payant, de se trouver hors concours. Mais un espace généreux lui semblait impératif en raison de la vocation de "vitrine" institutionnelle de l'édifice. De là également la double hauteur, source de volume et d'un travail rigoureux sur la lumière. La transparence du hall est contrebalancée par l'opacité de la salle du conseil et de la salle de réunion, volumes qui apparaissent comme suspendus au premier

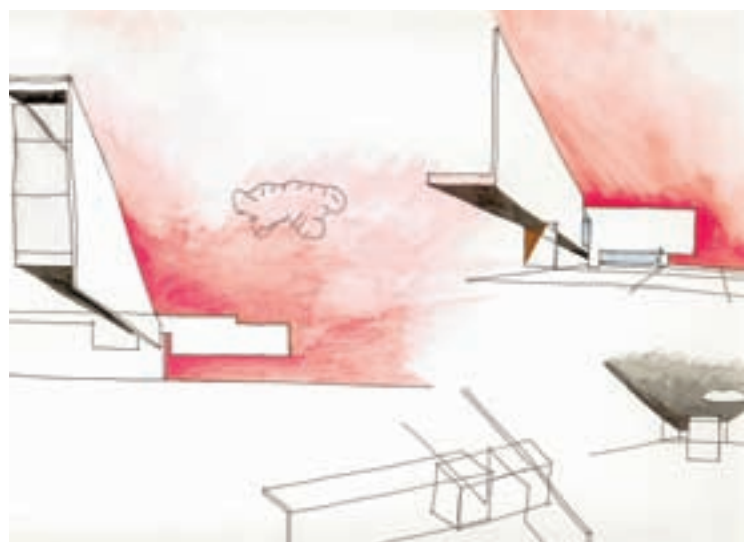
niveau, véritable défi à la pesanteur. S'offre ainsi la sensation que les volumes en béton peints sont en lévitation. La référence ? Un tableau de Lyonel Feininger, *Clouds above the sea II*, dans lequel le peintre explore la notion de poids et de soulèvement. Une photo de David Toole, danseur britannique en appui sur une seule main, fait aussi partie du corpus d'images constitué au fil du temps sur le thème de la lévitation. Lourd-léger, massif-aérien, opaque-transparent, sombre-lumineux : c'est sur ces oppositions que se fonde le travail de l'architecte qui affirme que "de l'obscurité naît la lumière".

Une charte comme guide du projet

Établie au fil des projets, construits ou restés dans les cartons, une sorte de charte guide la conception architecturale de Pascal Quintard-Hofstein. Les principes en sont simples : réflexion sur l'accroche du bâtiment au sol, soit soulevé soit incrusté ; l'opacité pensée comme source de lumière, donc le travail sur les ouvertures ou plutôt sur les parois – opaques, translucides, transparentes – et sur les percements – traités comme des

meubles ; la transparence, justement obtenue par des effets de glissement entre les opacités, etc. De là un dessin qui revendique une architecture contemporaine sans s'appuyer sur un discours d'intégration à l'existant ni pour cela faire fi du contexte, bien au contraire. Aidé ici par un POS qui, malgré l'exigence d'une double pente pour les toitures, affirme le refus d'une architecture de pastiche, l'architecte a pu décliner grands aplats de béton et angles vifs caractéristiques de son écriture.

La nature du programme justifiait de fait le choix d'une toiture-terrasse – il s'agissait de distinguer le bâtiment. Car qu'est-ce qu'une maison de communauté de communes ? Un programme de bureaux, à l'évidence ! Mais surtout et avant tout un bâtiment institutionnel dont la vocation est de réunir (des édiles) et de représenter (des citoyens). Le maître d'œuvre avait pour devoir de révéler cette fonction de représentation de l'institution dans la forme du bâtiment. Le dessin témoigne de la volonté d'affirmer l'identité et la vocation de la maison qui représente 19 communes. Le postulat, moteur de la conception de l'ouvrage, était de rendre évidente la présence civique de l'équipement. Aussi





5



6

>>> **3** Une baie, dans une boîte en saillie, crée un événement sur la façade sud qui déploie sa peau de béton strictement calepinée. **4** A l'arrière plan, parois obliques, nez de voile et brise soleil verticaux – peints en gris sur une face, en orange sur l'autre – rythment l'enveloppe. **5** Baigné de lumière, le hall décline un jeu de volumes rigoureux et joue sur les contrastes de couleurs et de matières. **6** La salle du conseil bénéficie d'une double hauteur. Son plafond peint en orange réfléchit la lumière, captée par les vitrages en imposte.

Le projet adopte-t-il une attitude de respect. Respect du tissu dans lequel il s'insère : le bâtiment installe les éléments du programme sur deux niveaux en R + 1 qui se calquent sur le gabarit des constructions alentour. Respect du "déjà-là" : de manière à établir une cohérence entre l'existant et le construit, le café devient une des composantes du projet avec l'accès qui le longe pour aboutir au hall. Les bureaux sont installés sur la longueur du terrain côté sud. Au rez-de-chaussée, côté est, sont regroupés les services techniques. Puis viennent des bureaux affectés à une association qui dispose d'une entrée indépendante, et enfin les bureaux des administratifs. L'étage reçoit les bureaux des officiels et donc salle de réunion et salle du conseil que l'on gagne par une coursière en balcon sur le hall. Brise-soleil et parois obliques rythment la façade sud. Les prises de lumière adoptent des formes variées : hautes meurtrières, longues fentes en imposte ou grands aplats de verre. Spots fluo compacts ou

gorges lumineuses parachèvent ce traitement attentif de la lumière jusque dans l'éclairage artificiel.

Béton brut pour l'extérieur, béton peint pour l'intérieur

Le béton constitue une part essentielle de l'image de l'édifice. Laisse brut à l'extérieur, il se pare de couleurs dans les espaces intérieurs, exprimant ainsi les désirs conjoints du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre. Une palette limitée – gris, orange, rouge et blanc – accompagne un choix de matériaux également restreint. Pour dialoguer avec le béton laissé naturel ou peint, du parquet a été posé à l'étage tandis qu'au rez-de-chaussée la pierre de Jaumont recouvre le sol du hall. Issue de la carrière de Banc-de-Lacour, elle s'accorde à la banque d'accueil en béton brut et à la paroi orange vif qui la surplombe. Au choix retenu au moment du concours – des panneaux de béton poli – mais finalement abandonné en raison du coût trop élevé, l'architecte a

substitué la technique du béton matricé autoplaçant au moment du DCE (dossier de consultation de l'entreprise). Rétif cependant aux trous de banches laissés apparents, le président de la communauté de communes a incité à la recherche d'autres technologies. Soucieuse de répondre aux choix esthétiques de l'architecte, l'entreprise a finalement proposé la technique du pré-mur. Si celle-ci présente l'avantage d'offrir des parements à la finition irréprochable, l'inconvénient réside dans le traitement difficile des abouts. Pour régler ce problème, l'entreprise a réalisé des abouts préfabriqués qui assurent une parfaite finition des ouvrages. Avec les infrastructures en béton brut coulé en place, les voiles "nobles" en béton autoplaçant et les pré-murs pour les parements apparents, les abouts préfabriqués, ce ne sont pas moins de quatre modes opératoires qui cohabitent sur le même chantier. Avec, au final, un bâtiment qui illustre une collaboration heureuse entre un maître d'œuvre et une maîtrise d'ouvrage porteuse de demandes précises, mais réceptive aux propositions de l'homme de l'art... ■

TEXTE : MYLÈNE GLIKOU

PHOTOS : HERVÉ ABBADIE



Maître d'ouvrage :
communauté de communes
de Cattenom et environs (57)

Maître d'ouvrage délégué :
Sodevam

Maître d'œuvre :
Atelier Pascal Quintard-Hofstein,
architecte mandataire ;
Frédéric Guesneau,
architecte assistant.

BET :
Sincoba

Entreprises :
BET ESSFO Eugène Bour
(gros œuvre), Soprema
(couverture, étanchéité)

Coût :
2,4 M€ HT



Rationalisation

et autres petites choses

>>> LA RÉSIDENCE DES STAGIAIRES DE L'ÉCOLE NATIONALE DES BRIGADES DES DOUANES DE LA ROCHELLE FUT, POUR L'ARCHITECTE PHILIPPE BALC'H, UNE SORTE DE "PARI SUR LA MODESTIE". LE BUDGET ÉTAIT TELLEMENT SERRÉ, EN EFFET, QU'IL LUI A FALLU DÉPLOYER DES TRÉSORS D'IMAGINATION POUR CRÉER UN BÂTIMENT AUX LIGNES CONTEMPORAINES SANS DÉPASSER LES LIMITES DE L'ENVELOPPE ALLOUÉE AU PROJET. TÊNACE ET TALENTUEUX, LE MAÎTRE D'ŒUVRE S'EST LANCÉ DANS UN PATIENT TRAVAIL D'ÉTUDE SUR LA RATIONALISATION ET LA RÉPÉTITION DES ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS, MAIS AUSSI SUR CES "PETITES CHOSES" QUI FONT LA DIFFÉRENCE.

Lors du concours, le maître d'ouvrage annonce qu'il souhaite réaliser le bâtiment pour la somme particulièrement basse de 450 euros par mètre carré. Philippe Balc'h sait qu'il est impossible de construire à ce prix-là ; il propose donc un tarif de 600 euros au mètre carré qui reste très modeste. Le maître d'ouvrage accepte.

Une logique de défi

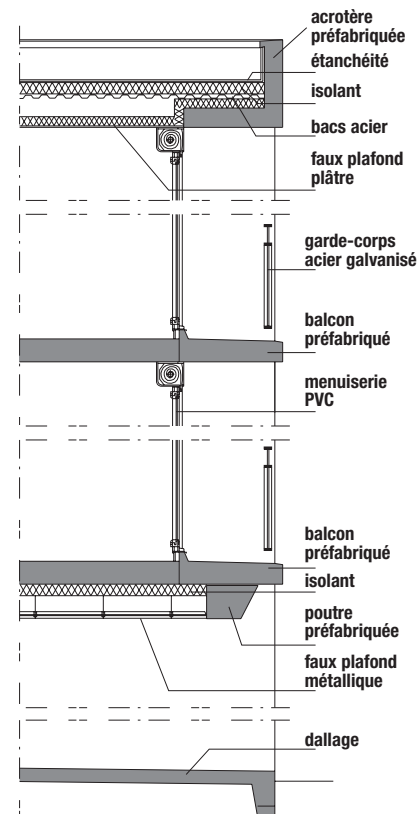
Toute la démarche de l'architecte est alors conditionnée par cette sérieuse contrainte budgétaire : il s'agit pour lui de concevoir des espaces de vie confortables, pris dans une architecture de qualité, pérenne, esthétiquement intéressante, pour un prix défiant encore toute concurrence ! Un défi qu'il parvient à tenir, en se penchant d'abord sur la conception d'une structure simple et répétitive. L'ossature en béton coulée en place, avec des refends porteurs invisibles à l'extérieur et des façades en par-

paings enduits, s'impose alors comme la solution constructive la plus raisonnable. Elle est complétée par l'utilisation d'éléments préfabriqués en béton qui, tout en générant une économie d'ensemble, permet de casser la rationalité générale. À l'extérieur, des murs de refend colorés en béton préfabriqué (prolongés à l'intérieur par des doubles cloisons formant la séparation entre les chambres) portent les balcons de chacun des logements. Rouges, jaunes, bleus et verts, ces éléments verticaux rythment les façades de leurs teintes vives et mettent en valeur le creusement des balcons. L'utilisation de la couleur rompt par avance l'effet répétitif qu'aurait pu engendrer l'emploi systématique de cet élément architectural. L'architecte est ainsi resté attaché au principe d'une économie de moyens maximale. Un jeu d'ombre, de lumière et de couleurs s'établit entre les parties traitées en enduit blanc, les parties en retrait, les parties saillantes colorées. D'autres éléments préfabriqués en béton

brut désactivé (d'une belle texture légèrement granuleuse), horizontaux cette fois, créent un quadrillage. Ils forment le plancher des balcons sur toute la longueur des fenêtres de deux chambres. Dans les parties aveugles, un bandeau étroit, d'une vingtaine de centimètres de profondeur, prolonge la ligne horizontale gris anthracite formée par le nez des dalles, tout en ponctuant horizontalement les trois étages du bâtiment. Là encore, la contrainte – l'utilisation d'éléments en série dans un esprit d'économie – est devenue facteur de créativité.

Petites choses, grands effets

L'architecte, dans son souci de soigner les détails, a également joué des dimensions des baies et de leur disposition ; placées en superposition, elles se présentent comme des colonnes plus sombres, réparties régulièrement en façade. "Dans un projet comme celui-ci, où la marge de manœuvre est très étroite et le choix des



>>> Coupe verticale



1



2

>>> 1 Le bâtiment est constitué de deux ailes juxtaposées, reliées par une galerie. Cette disposition évitait l'emprise trop massive d'un volume unique.

2 L'utilisation de la couleur sur des éléments architecturaux extérieurs (ici les murs de refends des balcons) casse l'effet de répétition, en animant les façades.



3



4

>>> 3 Les murs de refend forment les pilotis de l'avent d'accueil. Là encore, la couleur est un moyen économique de jouer sur l'esthétique et la diversité. 4 La galerie qui relie les deux corps de bâtiment est éclairée par une paroi translucide, créant un abondant et agréable apport de lumière naturelle.

matériaux plutôt limité, nous avons privilégié 'les petites choses': la lumière – les apports, les reflets, les ombres portées – à l'extérieur comme à l'intérieur, le séquençage des couleurs – dehors et dedans là encore –, les rythmes, le calepinage des éléments de façade, le choix des carrelages ou des luminaires dans les chambres", souligne Philippe Balc'h.

Espace personnalisé...

Tout est finalement devenu prétexte à une recherche esthétique et architecturale, quoique la démarche du maître d'œuvre soit partie du confort de l'usager. Le bâtiment abrite donc deux cents chambres individuelles, destinées à des stagiaires provenant de l'École des Douanes, deux salles de télévision, deux cuisines à chaque étage, une lingerie, un local administratif, des locaux de service. Chaque studio est doté d'une salle de bain, d'un coin bureau et d'un grand placard. Les menuiseries sont peintes de couleurs vives que l'on retrouve un peu partout, comme des petites notes venant personnaliser l'espace de chacun. Une

porte-fenêtre y procure une abondante lumière naturelle qui ajoute à l'impression de confort. "Les chambres sont spacieuses et agréables à vivre ! déclare Mme Rey, responsable de l'hébergement de la résidence. C'est l'écho qui nous revient de nos stagiaires. Tous ces petits détails comme les couleurs vives, les jolis luminaires, les petits carreaux de salle de bain posés en cabochons colorés, permettent d'échapper à l'idée répandue du bâtiment administratif un peu triste..."

Les logements sont pourtant tous traités sur le même modèle, comme des cellules réparties autour d'un long couloir central (le traitement en série étant une autre manière de réaliser des économies). Mais il s'agissait naturellement de casser l'effet de corridor, avec des moyens simples. Philippe Balc'h a donc choisi de se pencher d'abord sur la lumière. Une baie à chaque extrémité apporte la lumière naturelle et ménage une vue sur l'extérieur en même temps qu'une perspective intéressante grâce aux reflets sur le sol qui forment des halos lumineux. En complément, une alternance de tubes fluorescents répartis tout le long des couloirs – un chaud/un

froid, un neutre, un froid/un chaud – vient engendrer une impression de progression. Des murs en avancée et en retrait rompent également la monotonie des alignements de portes. Là encore la couleur est présente, différente à chaque étage, comme une signalétique formant un repère étage par étage, corps de bâtiment par corps de bâtiment.

... et composition variée

La résidence, en effet, est conçue en deux ailes à R+3, abritant chacune une centaine de logements. Cette composition en éléments juxtaposés permettait d'échapper à l'effet de masse et d'envisager la construction d'une extension (qui n'est pas encore réalisée), tout en diversifiant la composition des façades et les points de vue. La présence des pignons, pour ne citer qu'elle, brise les effets de perspective en créant une corrélation entre les volumes. De même que la galerie reliant les deux corps de bâtiment, éclairée à l'ouest par des baies de Reglit sur les trois niveaux et aveugle à l'est, qui constitue un élément architectural important de cette interaction entre les deux ailes. Et en fin de compte, Philippe Balc'h avoue ne pas

regretter cette expérience plutôt formatrice, celle de prendre appui sur une contrainte forte pour s'efforcer ensuite de la contourner en vue d'arriver à la réalisation du projet – un bâtiment simple, rigoureux, intemporel. ■

TEXTE : CLOTILDE FOUSSARD

PHOTOS : HERVÉ ABBADIE



Maître d'ouvrage :
ministère de l'Économie, des
Finances et de l'Industrie

Maître d'œuvre :
Philippe Balc'h, architecte

Entreprise gros œuvre :
SAT SNC

SHON :
5 403 m²

Coût :
3,9 M€ TTC



Par amour du beau et du travail bien fait

>>> CONCEVOIR UN LIEU D'HABITATION QUI ALLIE AMOUR DE LA MATIÈRE, SOIF DE LUMIÈRE ET BESOIN DE PROTECTION, UN LIEU HARMONIEUSEMENT INSÉRÉ DANS LE MILIEU URBAIN... CONCILIER LA PASSION DE L'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE ET LE RESPECT DU SAVOIR-FAIRE, DU TRAVAIL MANUEL... LA RÉPONSE APPORTÉE ICI PAR PIERRE MINASSIAN DÉMONTRE UNE NOUVELLE FOIS QU'ÉMOTION ET SIMPLICITÉ PEUVENT RIMER, QUE CHALEUR ET BÉTON APPARENT FORMENT UN COUPLE ÉQUILIBRÉ. IL SUFFIT POUR CELA DU TALENT D'UN JEUNE ARCHITECTE, MIS AU SERVICE DU BEAU SANS JAMAIS NÉGLIGER LA FONCTION.



Comment concilier vie urbaine et confort quotidien ? Les réponses, comme les partis pris, sont multiples... Avoir la chance de posséder un terrain situé à quelques minutes du cœur de la cité lyonnaise est déjà une amorce de solution. Être passionné d'architecture contemporaine insuffle la direction. S'adresser à un jeune architecte passionné permet de donner naissance à un projet adapté à son contexte et qui, surtout, épousera comme un gant les souhaits des propriétaires.

La parcelle, située dans un quartier de la banlieue lyonnaise, fait partie d'un ensemble sans trame urbaine définie. Maisons individuelles, ateliers et petits immeubles s'y côtoient avec indifférence. En adéquation avec ce contexte et selon la volonté des propriétaires, la maison offre à la rue une apparence très discrète. L'environnement, fait de volumétries et de styles hétéroclites, ne pouvait absorber la présence d'une construction qui aurait affiché un caractère prétentieux. De la maison, le passant ne devine presque rien. Le mur de clôture dissimule presque totalement le volume, ne dévoilant aux regards qu'un mur pignon quasiment borgne. Et si le projet tourne le dos à la ville, il sait répondre au désir pro-

fond des propriétaires, celui de vivre dans un univers très ouvert, mais uniquement sur la végétation !

Conception sur mesure

La réponse de l'architecte Pierre Minassian est un cocon très protégé du contexte urbain qui se transforme, sitôt passé le portail, en un véritable "temple de lumière". Volumes généreux, vues transverses, cadrages précis sur le jardin..., le regard comme les perspectives trouvent invariablement leur point de fuite dans le monde végétal. D'un point de vue architectural, la démonstration est assez surprenante et pourrait presque se

résumer à cette phrase : une enveloppe en béton percée d'une grande façade vitrée. La proposition, très contemporaine par le dessin des volumes, le rapport du plein et des vides, prend de l'épaisseur, insuffle des vibrations sourdes et agréables par le choix des matériaux, en particulier le béton. Très présent, apparent dès que possible, il est combiné avec réussite à l'acier, vernis ou rouillé selon les besoins et les choix esthétiques.

Les propriétaires, passionnés d'architecture contemporaine, ont "porté" leur projet d'habiter. Une vraie collaboration est née entre Pierre Minassian et ses clients, nourrie d'échanges sur l'architecture, sur leurs préférences, sur leur mode

de vie. Deux années d'études et de complexité, dix maquettes – dont une de 70 cm de long –, ont été nécessaires pour aboutir au projet final, celui d'une maison contemporaine et très humaine, à plus d'un titre.

Un travail d'équipe

Le chantier lancé, le travail de collaboration s'est poursuivi. Les entreprises, très investies dans la réalisation de ce projet, ont pleinement participé à la mise au point des solutions prévues en phase de conception, apportant leur expérience, leur bon sens. Patience et rigueur... Il en a fallu pour admettre que certains des



>>> À la tombée de la nuit, la maison révèle pleinement sa structure, l'association de parois pleines en béton et d'autres totalement transparentes – une géométrie parfaitement réglée qui régit également la position et les dimensions de la piscine.



3



4

>>> **1** Un cocon "ouvert"... Le pari tenu par l'architecte est gagné avec cette façade de verre élégamment protégée sous une peau de béton. **2** Dehors ou dedans ? Les ouvrages en béton réalisés dans cette maison font le lien.

3 Le volume très ouvert du séjour laisse deviner l'organisation de la maison, avec à l'étage les espaces réservés aux chambres. **4** Au sol, un béton gris qui semble s'épaissir pour former le socle de la très longue cheminée.

cadres initialement prévus devaient être modifiés afin de rectifier la pertinence des vues *in situ*. Au besoin, la position des fenêtres a été ajustée, notamment la hauteur des bandes vitrées. Les coffrages, tous réalisés sur place, ont subi les changements en conséquence, avant qu'il ne soit trop tard pour intervenir. Une attitude responsable, une bonne dose d'écoute, une fine compréhension de l'enjeu, font partie de la culture de l'entreprise chargée du gros œuvre. Les beaux ouvrages en béton font partie de son quotidien depuis longtemps – la passion pour cette matière y est héritée du fondateur de la société, lequel travaillait pour l'architecte Georges Adilon, une figure de la scène architecturale lyonnaise.

En quête d'une vérité perdue

Pour Pierre Minassian, l'important est de retrouver une vérité "perdue", de pallier la dévalorisation du travail, d'intégrer dans une réalisation ce qui relève du savoir-faire et donc la dimension artisa-

nale. Et le plus intéressant consiste bien évidemment à en retrouver les traces dans la maison. En cela, le choix du béton est porteur. Il garde en lui et dans sa surface les marques de la main de l'homme qui a fabriqué les coffrages, dosé le contenu du matériau, peaufiné son aspect. Mais ce n'est pas tout.

Un réel amour de la matière

Pour satisfaire pleinement ce besoin d'échanges et d'expérimentation, Pierre Minassian invente, en collaboration avec des artisans, des dispositifs en acier – brise-soleil, volet, table rabattable, etc. – qu'il n'hésite pas à mettre en œuvre lui-même si nécessaire !

D'un point de vue structurel, le béton occupe le premier rôle. Il a, en outre, la particularité d'être autoplaçant, choix peu courant pour une maison individuelle... Un pari tenu par l'entreprise qui n'avait pas une très grande expérience quant à l'utilisation de ce type de béton qui ne peut être vibré. Ils ont mal-

gré tout mené à bien l'expérience et apprécié l'un de ses avantages majeurs : la réduction du temps de prise. Une qualité précieuse lorsque les ouvrages sont exclusivement coulés en place.

Pour servir le projet architectural, le béton est associé à quelques éléments en acier. Ainsi, l'axe central de la maison, porté par une file de poteaux, permet de préserver un effet de vitrage continu pour l'ensemble de la façade côté jardin. À l'étage, les planchers sont de type collaborant lorsque le béton n'était pas censé être apparent en sous-face. Apparent, il l'est également au sol, teinté en surface puis recouvert d'une résine protectrice. Le socle de la cheminée, réalisé en béton brut, forme une marche épaisse et longue servant de support à l'âtre, aux sculptures. Ce principe du ruban qui s'étire s'applique également au bassin de la piscine, réalisé par l'entreprise de gros œuvre. Là encore, les parois en béton ont été recouvertes d'une résine protectrice. Quel que soit le point de vue ou le parcours suivi, en somme, le visiteur est le spectateur de cette matière qui inspire tant Pierre Minassian et ravit ses clients... ■

TEXTE : BÉATRICE HOUZELLE

PHOTOS : DIDIER BOY DE LA TOUR



Maître d'ouvrage :
privé

Maître d'œuvre :
Pierre Minassian,
Au.MArchitectes

Architectes assistants :
Marie-Claude Richard,
Rodolphe Picollet,
Ludovic Durand

Coloriste :
Françoise Couvez

Concepteur lumière :
Coup d'Eclat – Yves Adrien

Entreprise gros œuvre :
MDC

BET structures :
Syner Engenergy

Surface :
989 m²

Coût :
430 000 € HT

**BRAVO À FRANCK HAMMOUTÈNE
ET À LA VILLE DE MARSEILLE**

Le jury international des prix d'architecture du *Moniteur* a attribué l'Équerre d'argent 2006 à l'architecte Franck Hammoutène et à la ville de Marseille pour l'extension de l'hôtel de ville (publiée dans *Construction moderne* n° 124). L'Équerre d'Argent, créée en 1983 par le groupe *Le Moniteur*, promeut la création architecturale en France. Elle récompense chaque année, à égalité, le maître d'ouvrage et les concepteurs d'un bâtiment terminé dans l'année.



© Monthiers

ARÈNE ET EDEIKINS RÉCOMPENSÉS

Le Grand Prix d'architecture et d'urbanisme Auguste-Perret a été attribué aux architectes Olivier Arène et Christine Edeikins, de Ateliers 234, pour l'école d'ingénieurs Esigelec à Saint-Étienne-du-Rouvray (publiée dans *Construction moderne* n° 120). Le Grand prix d'architecture et d'urbanisme Auguste-Perret est organisé par le ministère de la Culture et de la Communication – direction régionale des Affaires culturelles de Haute-Normandie, en partenariat avec le CAUE de la Seine-Maritime. Il récompense alternativement, tous les 2 ans, un projet d'architecture ou un projet d'aménagement, urbain et paysager significatif par la qualité de la création architecturale et urbaine en Haute-Normandie.

© Wogenscky

**LE CHÂTEAU D'EAU
HORIZONTAL DE PHILIPPE
MADEC À L'HONNEUR**

L'architecte Philippe Madec a reçu le prix spécial du jury de la 8^e édition du prix Architecture Bretagne pour le château d'eau conçu à Pacé (publié dans *Construction moderne* n° 120). Créé en 1992 par la Maison de l'architecture de Bretagne, ce prix témoigne, sans exclusive de genre, de la qualité et de la richesse de l'architecture contemporaine bretonne.



© Chalmeau



© Monthiers

**DOMINIQUE
COULON
ET LA QUALITÉ
DE L'ENSEIGNEMENT**

Le prix du florilège d'établissements d'enseignement exemplaires du PEB (*Program on Educational Building*) organisé par l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) a été remis

à Dominique Coulon pour le groupe scolaire Martin-Pellers à Reims (publié dans *Construction moderne* n° 123). Cette réalisation est la seule récompensée en France par ce prix européen.

Le 3^e florilège du PEB présente des établissements d'enseignement de 20 pays, sélectionnés par un jury international pour leurs équipements exemplaires. Il s'agit d'examiner comment la conception, l'utilisation et la gestion des infrastructures physiques peuvent contribuer à la qualité de l'enseignement. Tous les projets récompensés seront présentés bientôt dans une exposition itinérante visible à Strasbourg.

livres



→ Lieux d'enseignement en béton – Paroles d'architectes, paroles d'utilisateurs

Sous la direction de Bétocib Norbert Laurent, Muriel de Vericourt, Édith Rouillard

Désireux de sensibiliser les usagers aux lieux d'enseignement présentant une architecture innovante. Bétocib a choisi de faire découvrir une trentaine de lieux d'enseignement de la France entière, à chaque étape de la vie : écoles maternelles, primaires, collèges, lycées, enseignement supérieur. De l'école maternelle à l'université, les 31 réalisations présentées dans ce livre témoignent du renouveau de l'architecture des édifices d'enseignement et de la créativité des concepteurs ; elles nous montrent comment le béton, sous de multiples aspects, participe de leur qualité architecturale.

Éditions Le Moniteur

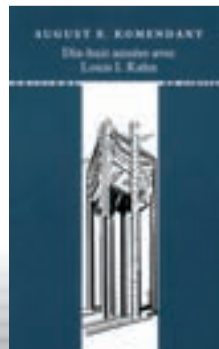


→ Théâtres – Architectures 1980-2005

Marino Narpozi

Où il est question des caractéristiques contextuelles et architecturales de trente prestigieux théâtres réalisés entre 1980 et 2005, après un premier chapitre "historique", où plans, photographies et fiches techniques mettent en évidence l'évolution de la typologie des théâtres de l'époque classique à nos jours. Les trente réalisations présentées ensuite sont regroupées par thèmes : grands théâtres, reconstructions, petits théâtres. Mais qu'il s'agisse de théâtres nouveaux, grands ou petits, le rapport que ces salles instaurent avec la ville engendre des solutions et des développements d'une grande diversité. La Fenice de Venise ou la Scala de Milan comptent au nombre des réalisations citées dans l'ouvrage.

Éditions Actes Sud

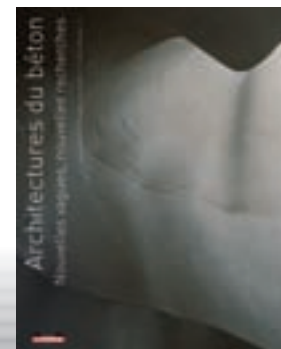


→ Dix-huit années avec Louis I. Kahn

August E. Komendant

August E. Komendant est né en 1906 à Mäo (Estonie) et mort à Upper Monclair (New Jersey) en 1992. Diplômé de l'université technique de Dresde, il exerce son métier d'ingénieur en Estonie jusqu'en 1944. Il part ensuite en Allemagne et travaille dans l'agence de Franz Dischinger où il s'initie à la technique du béton précontraint. En 1950, il arrive aux États-Unis et travaille pour DuPont avant de s'établir à son compte en 1953 comme ingénieur-conseil. En publiant en 1952 *Prestressed Concrete Structure*, Komendant joue un rôle important dans la propagation du béton précontraint aux États-Unis. Sa collaboration avec Louis I. Kahn commence en 1956. L'ouvrage évoque les dix-huit années que va durer cette collaboration.

Éditions du Linteau



→ Architectures du béton – Nouvelles vagues, nouvelles recherches

Sous la direction de Jean-Louis Cohen et G. Martin Moeller, Jr.

Le béton est aujourd'hui considéré par les architectes et les ingénieurs les plus inventifs comme un matériau indispensable, non seulement à cause de sa souplesse d'usage et de sa résistance, mais également pour sa capacité expressive sans limite. Ce livre rassemble des textes d'architectes, d'ingénieurs et d'universitaires qui décrivent du point de vue technique autant qu'esthétique la nature changeante du béton. Cités à l'appui de leur propos, une trentaine de bâtiments – signés Jean Nouvel, Herzog et de Meuron, Tadao Ando, Zaha Hadid, Steven Holl, Norman Foster ou Santiago Calatrava – figurent également dans l'ouvrage.

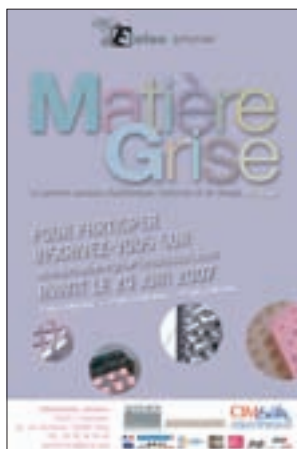
Éditions Le Moniteur

concours

Matière grise

Monbeaubeton et la FNSAI-Concevoir lancent le premier grand concours d'architecture intérieure consacré au béton. Intitulé "Matière Grise", il invite les jeunes professionnels et les étudiants en architecture d'intérieur à réfléchir à l'utilisation des bétons dans le design d'espace. En s'inspirant d'une thématique relative aux règnes animal, végétal ou minéral, ils travailleront le traitement des surfaces horizontales et verticales.

Informations : www.matieregrise-leconcours.com



Rectificatif

Une réclamation nous a été adressée suite à l'article paru dans *Construction moderne* n° 122 sur le thème des parkings urbains. L'article attribuait la conception du parking de Fleury-les-Aubrais à Didier Jousset alors que celui-ci n'agissait qu'en qualité de mandataire. Que les auteurs réels du projet, B.H. Monnier et F. Leroy (conception et dessin), architectes associés au sein de la SCM Atelier du Centre, soient donc rétablis dans leur propriété intellectuelle et artistique. Précisons que le chantier a été suivi par P. Brun, associé à D. Giquello (SCP Brun-Giquello).



Maison à Lyon (69), photo Didier Boy de la Tour.