

**CAHIER DES MODULES DE CONFÉRENCE
POUR LES ÉCOLES D'ARCHITECTURE**

CONFÉRENCES : BÉTON, ARCHITECTURE, PERFORMANCES ET APPLICATIONS

Le Modulor, Unité d'habitation de Marseille, Architecte Le Corbusier, DR



CONCEVOIR EN BÉTON, MATIÈRE ET TEXTURE



CONCEVOIR EN BÉTON
MATIÈRE ET TEXTURE

Avant-propos

● Le béton est un matériau composite par nature. De ce fait il permet de développer un travail approfondi sur l'apparence de son parement. Il peut offrir un aspect rugueux ou lisse voire poli comme une surface de verre. Techniquement, les traitements qui lui sont appliqués se répartissent en trois familles : le travail de l'empreinte, les traitements chimiques et les traitements mécaniques. Ils peuvent être réalisés soit pendant la période de coulage du béton soit après une période d'attente plus ou moins longue lorsque le béton a durci. Enfin, la couleur du béton peut varier du gris aux couleurs les plus soutenues jusqu'au blanc le plus pur. Le choix des composants, sables ciments et granulats, leur dosage associés aux différents traitements de la surface génèrent une palette très large d'aspects et de teintes.

Sommaire

1. L’empreinte	6
Texture de la banche	6
Relief	7
Incrustations, incorporations	10
Brut de décoffrage	11
Béton projeté	14
Traitement en dessus de moule	15

2. La matière révélée	16
Traitements chimiques	16
Traitements mécaniques	17
Les bétons polis	19

3. La couleur	23
La peinture	23
La lasure	24
La teinte dans la masse	26
Le béton blanc	30

1. L'empreinte

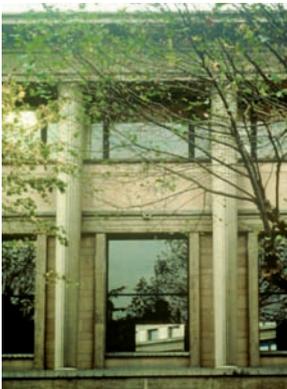
Texture de la banche

Tout en remplissant sa mission constructive, le béton est le support direct de l'expression plastique sous de multiples formes. Il restitue dans son apparence finale les pressions exercées dans sa matière au cours de son processus de formation ; il conserve la mémoire du moule qui l'a généré : « le béton, sorti du décoffrage, est tout vibrant de ces sortes de cannelures que lui impriment les planches de son moule » déclare Auguste Perret (cité par Zahar, D'une doctrine d'architecture, Paris, Vincent, Fréal et Cie, 1959 pp.34 et 35). L'architecte peut ainsi travailler l'esthétique de sa paroi tout en la renseignant du procédé de formation. Il définit les traces

du coffrage, il orchestre l'agencement des planches pour calepiner sa façade. Les empreintes qu'il choisit affirment la volumétrie, soulignent les proportions des surfaces, structurent et hiérarchisent les éléments de la paroi.

Pour les archives municipales et le nouveau centre culturel Saint Marc à Tolède (ville classée au patrimoine mondial de l'Unesco) le béton utilisé par l'architecte Igniaco Mendaro Corsini permet une lecture évidente des parties neuves et anciennes. L'aspect de surface et la couleur du béton tissent des liens avec la brique et la pierre de l'ancienne église du couvent Saint Marc qui a été conservée et intégrée dans le nouveau projet.

La pression exercée par la banche permet aussi d'accéder à l'abstraction, comme le montre Tadao Ando au Show Room Armani, à Milan. À la maison Koshino, il donne une légère ondulation au coffrage des murs, ainsi la lumière zénithale rasante met en relief la perception de ces décalages. Ces



Musée des Travaux Publics, Paris, A. Perret.



Show Room "Teatro Armani", Milan, T. Ando.



Archives municipales et centre culturel Saint Marc, Tolède, I. Mendaro Corsini.





Maison
Koshino,
T. Ando.

empreintes très sensibles s'accompagnent du calepinage des panneaux de contreplaqué du coffrage et du rythme des trous des écarteurs de banches. La ponctuation de ces traces constructives est souvent utilisée pour souligner la géométrie des parois ou des volumes. Les architectes Frédéric Schoeller et Isabelle Richard développent un travail de même nature dans leur projet pour la maison S à Carantec, où un grand mur de béton brut révèle un espace double hauteur. Les très légères ondulations de sa surface proviennent d'une déformation maîtrisée des coffrages en bois finlandais. Le parement et le léger mouvement accrochent la lumière.

Maison S, Carantec, I. Richard et F. Shoeller.



Relief

Les possibilités sculpturales du matériau sont aussi exploitées. Le Corbusier ponctue les grandes façades de ses unités d'habitation de sculptures en bas-reliefs qui organisent les surfaces avec les percements et les traces constructives du coulage. Des mannequins en bois placés dans le coffrage lui permettent par exemple de dessiner l'empreinte du Modulor sur un mur en béton brut de l'Unité d'habitation de Marseille. Le plan-masse de l'ensemble de 55 logements « Les Jardins d'Harmony », à Montpellier conçu par les architectes Wilfrid Bellecour et François Barberot, se compose de trois bâtiments plots posés sur un socle en

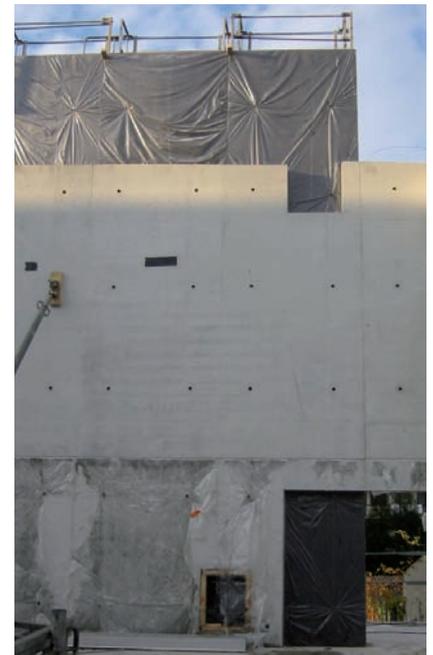


Unité d'habitation,
Marseille,
détail "Le Modulor",
Le Corbusier.



« Les Jardins Harmony » (55 logements),
Montpellier, W. Bellecour & F. Barberot.

béton architectonique. Ce socle dit en « béton poisson » s'étire parfois jusqu'aux toitures, enveloppant l'immeuble d'une peau claire striée, soulignant sa verticalité et son côté sculptural. Les stries horizontales en creux sont formées par plusieurs épaisseurs de planchettes en contreplaqué posées en fond de banche. Le béton est désactivé et lavé. La ressemblance du motif obtenu avec un banc de poissons a conduit les architectes du site à le surnommer le « béton poisson ». Le choix des granulats, légèrement beige, donne à ce béton une



*Pôle culturel, Alfortville,
Charon & Rampillon.*

belle teinte bistre. L'exigence de l'architecte était aussi de rapprocher les lignes creuses les unes des autres pour rythmer l'ensemble et rendre un effet plastique soigné et harmonieux.

Au-delà du recours à de simples moules en bois, les architectes explorent et exploitent d'autres pistes. Par exemple, pour l'auditorium du Pôle culturel d'Alfortville, Jean-Philippe Charon et Thierry Rampillon obtiennent un jeu de plissements aléatoires en appliquant des feuilles de polyane sur les banches de coffrage métalliques

Pour les matrices ou les coffrages, les architectes disposent aussi aujourd'hui de matériaux nouveaux. Ceux-ci sont bien adaptés aux courbes comme aux

grands creux et restituent un foisonnement de détails. Les mousses ou élastomères de polyuréthane et les polymères aux silicones sont employés au même titre que le caoutchouc pour réaliser des matrices de reproduction. Le choix est surtout dicté par le nombre de réemplois et la complexité du démoulage. La complexité des moules qui ont permis la réalisation des copies des chevaux de Marly est un exemple extrême des possibilités des nouveaux matériaux de coffrage.

Les matrices, disponibles sur catalogue ou créées à la demande, permettent d'obtenir une infinie variété de motifs. François Noël utilise des panneaux préfabriqués en béton brut reproduisant un motif de galets pour marquer la présence des cages d'escalier dans un immeuble de logements à Saint-Dizier.

Chevaux de Marly.



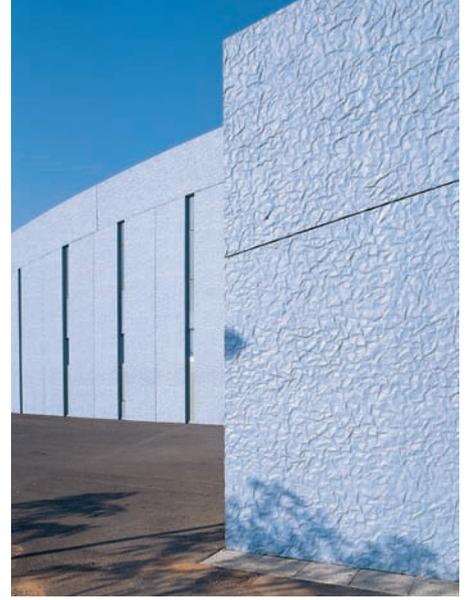
*Vue d'un panneau réalisé
en usine de préfabrication
avec une matrice.*



Logements, Saint-Dizier, F. Noël.



*Équipement culturel « Les champs libres »,
Rennes, C. de Portzamparc.*



*Patinoire, Montpellier, Philippe Chaix
et Jean-Paul Morel.*

Aux « Champs Libres » le Nouvel Équipement Culturel (NEC) de Rennes Christian de Portzamparc utilise des panneaux de béton préfabriqués qui rappellent par leur teinte et leur texture le granit rose de Bretagne. Pour la patinoire de Montpellier, Chaix et Morel dessinent de grands panneaux préfabriqués bleus qui évoquent la glace (motif obtenu avec une matrice réalisée à partir d'un contre-moule métallique).

Le centre bus de Thiais conçu par Emmanuel Combarel et Dominique Marrec (ECDM Architectes) montre le potentiel offert par les bétons aux architectes pour réaliser de nouveaux types de panneaux préfabriqués. Le projet naît de l'idée d'une construction qui semble avoir grandi en soulevant le bitume – un volume sobre juste animé par quelques éléments colorés reprenant les teintes franches et vives habituellement utilisées pour les multiples enseignes voisines. L'ensemble du bâtiment est habillé d'une peau de béton fibré à ultra-haute performance. Le BFUP s'est imposé très vite, pour ses caractéristiques physiques mais aussi pour sa plasticité et sa capacité à reproduire une série de petits picots en surface qui focalisent l'œil et offrent un aspect proche des briques « Lego ».



*Fabrication des panneaux
de façade du Centre bus
RA P de Thiais.
E. Combarel et D. Marrec.*



*Centre bus RATP, Thiais,
E. Combarel et D. Marrec.*





Historial de la grande guerre, Péronne, H. Ciriani.

Cette matière ne nécessitant aucune armature, ni ferrailage, elle a permis de réaliser de grands panneaux de 2 x 3,5 mètres en seulement 3 cm d'épaisseur. Les pastilles de 7 mm d'épaisseur, de 24 mm de diamètre et espacées de 12 mm, qui animent les panneaux, ont pu voir le jour grâce à la composition du béton fibré à ultra-haute performance, dont les particules les plus grossières sont celles du sable de 0,6 à 0,8 mm de diamètre. Lorsqu'on observe ce bâtiment, la précision de la réalisation est frappante. Il apparaît comme une sculpture minimaliste, avec ses aplombs et ses arrondis parfaits, ses coupes franches, ses pièces de verre coloré qui viennent combler des vides qui semblent creusés au millimètre dans la matière. Les panneaux sont accrochés à la structure classique du bâtiment.

Si le relief peut être créé dans la masse du matériau, il peut aussi être le fruit d'un travail sur l'épaisseur de la paroi par un contrôle de la texture et sur

l'organisation des effets de lumière sur les surfaces. Henri Ciriani, à l'Historial de la Grande Guerre de Péronne insère des cylindres de marbre portant ombre sur la surface lisse des façades de béton blanc selon une géométrie diagonale.

Incrustations, incorporations

Le béton se prête aux incrustations de nature diverse. Des élèves de Ciriani, Béthegnie et Leclair, reprennent le principe développé à Péronne en le traitant sous forme d'incrustation pour leur projet de laboratoire du CNRS sur le campus Orléans-la-Source. Au gymnase Jean Mollier de Villeurbanne conçu par Christian Drevet, les trous laissés par les écarteurs de banches sont remplis par des joncs translucides d'altuglass traversant les murs. Il en résulte sur les murs en béton brut, une constellation de points disposés en quinconce. La nuit, l'é-



Gymnase Jean-Mollier, Villeurbanne, C. Drevet.



Laboratoire du CNRS, Orléans, Béthegnie et Leclair.

clairage intérieur qui diffuse à travers les joints anime les murs d'une multitude de points scintillants les transformant en source de lumière. Lorsque le soleil caresse les murs un effet identique se produit à l'intérieur de la salle. La masse animée et changeante des parois donne au lieu et au matériau une dimension poétique inhabituelle.

Les incrustations peuvent être aussi plus importantes car il est possible de mettre en place en fond de moule des éléments de dimension variable : pierres, galets, silex, etc. Ces éléments seront dégagés par l'enlèvement du mortier fin en surface grâce à des techniques mécaniques ou chimiques. Leurs formes doivent permettre un bon scellement excluant principalement les formes plates et allongées. Leurs caractéristiques techniques doivent être compatibles avec les performances mécaniques du matériau et ils ne doivent pas être altérés par la réaction chimique lors de la prise du béton. À Trébeurden, Jean Guervilly utilise ce procédé pour obtenir un béton de granit gris sombre sur les loggias contrastant avec la surface blanche du bâtiment de la maison de retraite. Selon la



Maison de retraite, Trébeurden, J. Guervilly.

nature et la porosité des éléments que l'on souhaite associer au béton, pour éviter la remontée de laitance à la surface, il est parfois préférable de prévoir des réservations dans le moule puis de mettre en place les éléments. À l'espace culturel André Malraux de Chambéry, ce principe d'enchâssement est générateur de la façade de l'édifice. Mario Botta caractérise ses parois en incluant dans le béton brut des lits de pierre de Savonnières. Le béton est gris et homogène contrastant avec cette pierre veinée et colorée.

Béton brut de décoffrage

Les architectes ont très tôt cherché à dévoiler le béton brut. Il est ainsi présent dès 1905 dans un immeuble d'habitation d'Henry Sauvage et on le trouve à partir de 1930 dans le travail de Le Corbusier et Pierre Jeanneret. Les piliers du pavillon suisse à la cité universitaire de Paris sont traités dans cet esprit, dans la continuité du sol et des fondations. Les architectes utilisent à leur manière les potentialités du béton. Ils admettent les caractéristiques du matériau et programment les imperfections par un travail complexe sur les coffrages. Le Corbusier dit alors que, « l'architecture, c'est avec des matériaux bruts établir des rapports émouvants » (Vers une architecture, Arguments p. XIX, éd. Crès et cie, Paris, 1923).

Implanté dans l'îlot de la Paix, le nouveau musée du Pays de Sarrebourg participe à la rénovation et à la réhabilitation d'un quartier devenu vétuste et obsolète. Du point de vue urbain, la volumétrie générale de l'édifice est marquée par trois chais qui s'inscrivent dans le tissu existant et viennent dessiner une place calme en cœur d'îlot agrémentée d'un bassin. Fondatrice du projet, l'idée des chais est née de plusieurs éléments. Premièrement, l'architecte souligne combien les pignons participent à l'identité du paysage urbain de Sarrebourg. Ensuite, il précise le point suivant : « Situé en ZPPAU, le projet doit obligatoirement avoir une toiture, mais je ne voulais pas la traiter de façon pittoresque. Les chais se réfèrent aux grandes fermes lorraines qui se trouvent dans la région. »

Le nouveau bâtiment présente deux façades sur la ville. À l'ouest de l'îlot de la Paix, les chais dressent leurs trois pignons dessinés à l'échelle du quartier qui s'inscrivent comme des éléments familiers du paysage urbain. Recouverts de lais de cuivre prépatiné sur un soubassement de béton brut gris, ils évoquent les formes héritées du patrimoine vernaculaire tout en affirmant une identité contemporaine. Au sud la façade en béton blanc s'étire le long de la rue de la Paix. Des boîtes de verre d'une hauteur d'étage percent la paroi de béton. Précisément réparties, elles offrent aux espaces intérieurs des vues contrôlées sur le paysage urbain alentour. Le rythme des boîtes cristallines et le calepinage des planches de coffrage qui scandent la peau du béton, animent cette façade et lui donnent son identité. Du côté de la place intérieure de l'îlot,



Musée du pays, Sarrebourg, B. Desmoulin.

une grande paroi vitrée s'ouvre sur le bassin. Elle montre en transparence le hall, où se détachent la volute de l'escalier et le volume contenant le bureau de la conservatrice, tous deux en béton brut. Dans l'ensemble du projet, le rapport harmonieux des matériaux met en valeur le jeu des volumes et leur enchaînement. Le béton blanc sur la façade sud ou gris sur celles au nord et à l'est, les lais en cuivre oxydé et les parois de verre accompagnent de façon douce une écriture architecturale moderne qui ne fait aucune concession au pittoresque ou au pastiche. Le vaste volume intérieur du chai consacré à la collection gallo-romaine est à l'échelle des fragments du portique de Tarquimpole dont les échantillons les plus importants pèsent plus d'une tonne. À cela s'ajoute la présence des parois laissées en béton brut et bouchardées selon un calepin aléatoire qui participent à la mise en valeur des pièces exposées. Enfin, le jeu de la lumière naturelle zénithale avec la pierre et le béton donne le rythme du temps qui passe, offrant une subtile gamme de variations des ambiances lumineuses et colorées. Ainsi, sous la lumière du jour, comme s'ils étaient encore dehors, fragments de colonnes, tambours, pierres de temple, statues se détachent du parement de béton brut qui révèle le grain de la pierre, le relief des motifs sculptés...

Marc Barani a utilisé un béton brut (où l'empreinte des planches de la peau est très marquée) pour l'atelier pédagogique réalisé dans le cadre du parc du château de Mouans-Sartoux abritant l'Espace de l'Art Concret. L'architecte utilise un béton de ce type pour sa valeur patrimoniale. « Il s'agit d'un béton historique ». Comme le château il appartient au patrimoine. Le Corbusier a été parmi les premiers à l'utiliser: « c'est celui par exemple du célèbre monastère de la Tourette », précise-t-il. Au-delà de ce lien patrimonial sa couleur identique à celle des pierres du château renforce l'inscription de l'édifice dans le site, tandis que l'empreinte des planches de coffrage renforce l'harmonie avec l'environnement végétal.



Atelier pédagogique de l'espace de l'art concret, Mouans Sartoux, M. Barani.

À l'opposé de cette démarche, d'autres architectes cherchent à donner au béton brut un aspect lisse, uniforme et régulier, ce que le coffrage métallique permet d'obtenir.

L'école d'infirmière de l'hôpital d'Amiens sud, des architectes Philippe Deprick et Jean-Louis Maniaque, se présente sous la forme d'un bâtiment parallélépipédique, encastré dans la pente de son terrain d'assise. Il se découvre de multiples manières, selon l'accès choisi. Les deux façades latérales offrent des ouvertures toutes dissemblables, dont la disposition a été pensée de l'intérieur. De dimensions aléatoires, ces fenêtres ont été pensées pièce par pièce, espace par espace, afin de faire en sorte qu'en tout lieu le regard porte sur la nature et, plus encore, capte l'élément le plus remarquable de l'environnement. Ces deux façades sont composées comme deux tableaux abstraits (à la manière d'un tableau de Piet Mondrian ou de Georges Vantongerloo), où le parement du béton brut est animé et rythmé par les carrés et les rectangles des percements des baies vitrées.



L'usage de béton autoplaçant (BAP) et de coffrages métalliques a été déterminant dans la réalisation de ces façades. La mise en œuvre du BAP a autorisé des coulages en une fois des deux étages, et l'absence de reprise apparente garantissait l'homogénéité du parement. La longueur des linteaux de certaines fenêtres pouvant aller jusqu'à 7 m, la

fluidité du BAP a permis l'obtention d'arêtes vives dans des zones à fort ferrailage, sans risque de fissuration. La surface obtenue en devient abstraite, presque immatérielle. Ce résultat montre le niveau de maîtrise et la qualité d'exécution que l'on peut atteindre aujourd'hui.

L'école de la rue des Tourelles à Paris, conçue par Olivier Gahinet, semble née du déploiement continu d'un ruban de béton dans l'espace. Les parois verticales et horizontales en béton s'articulent et s'enchaînent. Le jeu de pleins et de vides dans l'espace dessine la façade sud qui singularise l'école, la représente et l'identifie. Toutes les façades sont en béton brut de ciment blanc coulé en place, à partir d'un béton fabriqué en centrale et livré sur le chantier. Le parement brut du béton blanc s'anime des trous des écarteurs de banches, du dessin des plaques de peau coffrante, des joints

École
d'infirmières,
CHU d'Amiens,
Deprick et
Maniaque.



École de la rue
des Tourelles, Paris,
O. Gahinet.

d'arrêt de coulage. Les joints creux exprimés ont une dimension plastique. Différentes des joints d'arrêt de coulage peu marqués, ces lignes verticales et horizontales dessinées par l'architecte soulignent le jeu des volumes et accompagnent l'enchaînement des façades. Accompagné par la composition de différents éléments qui animent son parement brut, le béton permet d'obtenir ici une parfaite continuité de peau entre les parois verticales et les sous-faces horizontales visibles, comme dans l'enchaînement des plans qui cisèle le volume général.

La façade principale de l'extension du laboratoire départemental d'analyse de Morbihan à Vannes vient en vitrine sur la rue. Dessinée par Patrice Vallée, elle met en avant avec fierté une série de voiles de béton brut en drapeau. Calepinés et dimensionnés avec soin, ils semblent flotter au vent. Leur rythme et leur mouvement sont soulignés par le dessin des joints et des trous d'écarteurs de banches. L'ensemble donne à la façade une qualité plastique remarquable pour un bâtiment de type industriel.



L'évolution des techniques de mise en œuvre offre ainsi de nouvelles possibilités de réflexion architecturale.

Des parois de béton bicolore blanc et gris viennent animer de leur matière minérale et de leur graphisme horizontal la façade sur cour du collège de Noisy-le-Grand. Le coulage *in situ* de ce béton bicolore s'est fait en plusieurs passes alternées, au terme d'un important travail d'étude et de recherche mené par l'entreprise en étroite collaboration avec l'agence de Dominique et Giovanni Lelli, auteurs du projet. Deux murs d'essai ont été gardés apparents à l'intérieur, qui témoignent des tâtonnements esthétiques et techniques des deux parties. Le coulage simultané des deux bétons a laissé apparaître de larges traînées blanches au sein d'une mer de gris. Ces premiers panneaux d'essai ont donc été surnommés « mer démontée ». Finalement, il a été décidé de laisser sécher chacune des bandes une demi-journée pour obtenir un effet de... « mer calme ». Cette solution permettait de conserver une certaine irrégularité graphique dans les bandes, avec des effets de matière intéressants.



Collège, Noisy-le-Grand, D et G. Lelli.

Laboratoire vétérinaire,
Laval, P. Vallée.

Béton projeté

Le béton projeté ne révèle pas la trace d'un moule, mais celle de son procédé de réalisation. Comme lors des traitements de dessus de moule, les granulats sont enrobés dans la matière et la teinte est celle des composants les plus fins (ciment et sable). La particularité de cette technique de construction détermine la nature et la dimension des granulats et la densité du ciment. Ces critères varient suivant la forme et la zone de projection. Une sous-face horizontale par exemple demande une forte compacité du matériau avant sa prise pour adhérer immédiatement au support. Le béton est soit projeté après malaxage, soit, par voie sèche, lorsque les composants sont mélangés à l'eau à la tête de la buse du compresseur.

Un vaste portique finement ciselé en béton blanc encadrant un dôme immaculé signale la présence du nouveau siège de la CCI d'Eure et Loir à Chartres. Posé en retrait d'une vaste pelouse qui crée depuis la route nationale un espace de recul participant à la mise en scène de l'institution, le propylée se lit comme un grand cadre. Il contient l'élément clé du dispositif architectural, le dôme parabolique dont le volume blanc se détache devant la façade vitrée de l'aile Sud à l'arrière-plan.



CCI Eure et Loir, Chartres, J. Mas et F. Roux.

Le dôme parabolique a été réalisé en béton projeté. Dans un premier temps une membrane en PVC est gonflée et maintenue en surpression. À l'intérieur de cette membrane, l'armature métallique du dôme est installée. Ensuite le béton est projeté en plusieurs passes successives. La membrane en PVC est conservée et assure l'étanchéité du dôme. À l'intérieur le béton projeté est laissé brut, il reçoit un flochage acoustique.

Quel que soit l'aspect final recherché, lorsque le béton est coulé en place et destiné à rester apparent, de nombreuses précautions sont à prendre. Le béton brut ne permet pas les ragréages: si la qualité structurale de l'ouvrage n'est pas mise en péril, il est préférable d'accepter les défauts de surface ou alors, il faut refuser l'ouvrage réalisé.

Si l'architecte décide de montrer le béton, il doit assurer la pérennité de sa surface. Par nature, le béton est un matériau poreux du fait de son hétérogénéité mais aussi parce que ses constituants sont eux-mêmes plus ou moins poreux. Pour prévenir les effritements dus au gel, les remontées d'efflorescence en surface, le développement des salissures et corriger les différences de teintes par temps de pluie, un traitement hydrofuge est indispensable.



Traitement en dessus de moule

Lorsque le béton est coulé à l'horizontale, pour les sols ou dans un moule pour les éléments préfabriqués, la face supérieure peut être traitée de multiples façons juste après le coulage. Ces traitements sont réalisés à l'aide d'outils très simples comme des règles tirées sur cales, des taloches pour obtenir une surface lisse qui de plus améliore la compacité du béton en partie supérieure, des brosses, des râpeaux ou des peignes pour une surface rainurée ainsi que des rouleaux ou des moules pour une surface imprimée. Le béton étant encore liquide, les granulats importants restent enrobés de mortier et la teinte du matériau reste homogène. C'est l'accroche de la lumière, variant selon les techniques, qui donne sa qualité à la surface.



Exemples de bétons imprimés.



2. La matière révélée

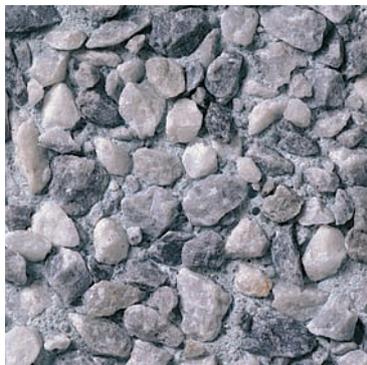
Lisse ou rugueux, le béton brut ne cherche pas à révéler sa structure interne. Il se présente comme un matériau homogène. En travaillant sa surface par des techniques variées, les différents éléments qui le composent peuvent apparaître.

Cet aspect épidermique s'obtient par deux sortes de traitements, chimiques ou mécaniques. Ils ont pour but de modeler la surface du béton en rendant plus ou moins apparents les différents composants du matériau. Ces traitements supposent qu'ait été prévue une épaisseur de béton suffisante pour assurer le maintien d'un enrobage correct des armatures.

Traitements chimiques

Le traitement chimique employé aujourd'hui est la désactivation de surface qui se caractérise par sa grande précision). Il consiste à appliquer un retardateur de prise sur le coffrage avant le coulage. Il peut être appliqué

au rouleau ou au pinceau en fond de moule, pulvérisé sur béton frais ou encore à l'aide de papier retardateur pour la réalisation de motifs de grande précision. La peau du béton est ensuite



enlevée par lavage au jet d'eau, à la brosse ou par sablage à faible pression suivant la profondeur du traitement. Cette technique est à la fois souple car elle permet le traitement de panneaux de grande dimension et précise car la profondeur de l'attaque est parfaitement maîtrisée. Stanislas Fiszer utilise cette technique au siège des chaussures André à

Paris, pour des éléments préfabriqués. Leurs surfaces, douces et homogènes, rappelle le grain, la texture et la couleur de la pierre de Paris.

Comme nous l'avons vu précédemment, le socle de l'ensemble de 55 logements « Les Jardins d'Harmony » à Montpellier des architectes Wilfrid Bellecour et François Barberot est en béton désactivé.



Siège social du groupe André, Paris, S. Fiszer.

« Les Jardins Harmony » (55 logements), Montpellier, W. Bellecour & F. Barberot.



Implanté au milieu d'une clairière ceinturée de platanes et de marronniers séculaires, le centre culturel Grün de Cernay participe à la restauration des nouveaux espaces publics du centre-ville. Le bâtiment de forme cylindrique est ceinturé de trente colonnes en béton qui « dialoguent » avec les troncs des arbres tout proches. La teinte verte des colonnes s'inspire de celle de l'écorce des platanes qui, pour l'anecdote, a sans doute donné son nom au site sur lequel cet ouvrage est implanté (place du Grün [du vert]). Le recours à la préfabrication a permis d'apporter à ces colonnes, d'une hauteur de 9,60 m, une précision et un état de surface dignes des meilleurs tailleurs de pierre. Mais elles ont surtout bénéficié de la sérigraphie. Cette technique, voisine de l'impression offset ou de l'impression



Centre culturel Grün, Cernay, Cabinet Sutter et Laburte.

sur étoffe, permet d'inscrire une image dans le béton. Une plaque gravée sert à créer des films qui sont positionnés à plat en fond de banc de coffrage. Le motif présent sur les films est imprimé avec un produit désactivant qui va empêcher la prise de la première couche de laitance du béton et permettre de faire apparaître les granulats plus sombres, après lavage. La finesse de cette technique permet une variation d'intensité de l'impression et donc différentes nuances, que l'on retrouve au travers des figures qui animent les colonnes.

Traitements mécaniques

Les traitements mécaniques, comme les traitements chimiques sont réalisés sur des bétons frais ou durcis. Le plus simple, le lavage s'effectue au jet d'eau juste après le décoffrage. Le matériau est finement lavé à très faible pression. L'eau élimine la laitance superficielle avant qu'elle ne soit totalement durcie et met en valeur le granulat sans en modifier la teinte.

La surface du béton peut également être brossée à l'aide d'une brosse métallique environ deux jours après le décoffrage. La surface des granulats est mise à nu alors que les grains fins du mortier sont très superficiellement enlevés. On peut aussi

utiliser des brosses plus souples pour obtenir une matière plus homogène et très légèrement granuleuse, mais il faut intervenir dans les heures qui suivent le décoffrage.

Les autres traitements mécaniques procèdent par chocs sur le béton durci.

Le sablage consiste à attaquer le parement avec un jet de sable projeté à l'air comprimé. Le plus souvent pratiquée manuellement, cette technique demande un bon savoir faire et de nombreuses précautions pour obtenir un résultat régulier. Des nuances importantes peuvent en effet apparaître si l'on modifie en cours d'opération la distance, la vitesse de projection, l'angle d'incidence du jet ou la pression de l'air du compresseur. Les granulats, selon leur dureté, sont plus ou moins érodés par cette technique mais, contrairement au lavage, ils sont éclaircis et la surface du béton est plus homogène.



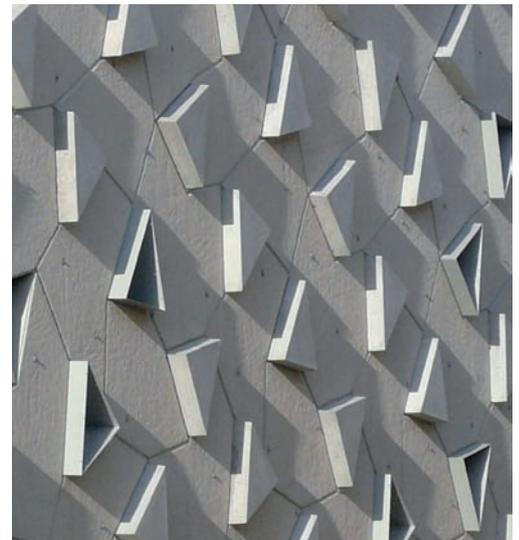
Sablage.
Grenailage.



Le grenailage est obtenu par projections de grains durs métalliques ou non sur la surface du béton. Le plus souvent, ce sont de petites billes d'acier ou des fils d'acier coupés qui sont utilisés, mais on peut aussi employer des billes de verre, des grenailles de métaux non ferreux ou de petits déchets industriels résistants. L'aspect du béton ainsi traité varie considérablement selon la nature et la dimension de la grenaille ou la vitesse d'impact des grains. Le résultat est très proche de celui du sablage quoique légèrement plus rugueux, mais il lui est parfois préféré, car les éléments métalliques peuvent être aimantés et réutilisés.



Salle des musiques actuelles, Auxerre, BMC2 (A. Bical et L. Courcier).



Le bouchardage, issu directement des techniques de travail de la pierre, consiste à marteler la surface du béton durci avec des burins à pointes. Les effets de surfaces sont différents suivant la profondeur de frappe (de 1 à 8 mm) et les outils utilisés. Plus la tête de boucharde comporte de pointes, plus le traitement est fin. À la Cité de la musique de la Villette, Christian de Portzamparc traite les murs du cloître des grandes salles en faisant alterner en bandes horizontales un béton brut lisse et marbré et un béton granuleux et subtilement hétérogène. Le grain révèle ici l'épaisseur de la paroi : le béton met en représentation sa constitution.

La Salle pour les Musiques Actuelles d'Auxerre (SMAC) se dresse dans l'enceinte même du conservatoire de la ville. Conçu par l'agence BMC2 (Arnaud Bical et Laurent Courcier) l'équipement s'inscrit dans la restructuration globale du site, qui constitue ainsi une cité de toutes les musiques. Posé au bord du fleuve, tourné vers le cœur de la cité, l'édifice s'inscrit dans un volume qui semble « tout droit sorti des pages illustrées d'un comics, d'une BD ou d'un manga ». Les contraintes acoustiques imposées par la présence de ce type de programme en milieu urbain ont naturellement conduit à l'utilisation du béton pour sa réalisation. Un manteau continu (de 25 cm d'épaisseur) en béton autoplaçant enveloppe le bâtiment. L'utilisation de ce béton a largement facilité la mise en œuvre de l'ouvrage de dimensions importantes tout en assurant un parement sans reprises de bétonnage. (Par exemple, les façades latérales de 11,40 mètres de hauteur et 32,50 mètres de longueur, se dressent d'un seul tenant sans plancher intermédiaire). Les façades et la toiture sont ponctuées par un motif triangulaire qui accueille tour à tour des ouvertures, des éléments en relief ou des grilles de ventilation. Le béton gris brut de décoffrage a été adouci à la boucharde sur site. Cette peau continue en béton bouchardée se retourne sur la totalité des façades et de la toiture. Son grain velouté accroche les variations de la lumière naturelle, en fonction des heures et des saisons. Elle met en valeur le volume simple voulu par les architectes et souligne l'expression de son caractère unique.

Intérieur de la Cité de la Musique, Paris, C. de Portzamparc.



Les bétons polis

Une autre technique de traitement mécanique du béton est celle du meulage de la surface. Tous les composants sont alors comme tranchés et même les granulats les plus gros révèlent leur texture interne. Les bétons issus de cette technique composent la famille des bétons polis. Cette technique demande une grande précision d'exécution. De nombreux paramètres interviennent, comme la nature des constituants du béton, la dureté des grains de meule, la pression exercée et la vitesse d'avance de l'outil. L'automatisation des machines permet de combiner précisément ces critères pour obtenir une surface parfaite et ceci explique que le polissage soit presque toujours effectué en préfabrication. Les surfaces planes sont les plus simples à traiter par des machines automatiques sur des bancs de polissage. Les pièces de grande dimension peuvent atteindre jusqu'à 30 mètres pour une largeur de 4 mètres.

Mais toutes les formes accessibles peuvent être polies soit mécaniquement en utilisant du matériel adapté soit manuellement pour les cas les plus complexes.



Banc de polissage.

Béton grésé

À l'origine, le grésage se pratiquait sur la pierre pour éliminer les traits de sciages. Ce travail de dégrossissage effectué à la meule diamant donne le béton grésé qui laisse apparaître plus ou moins l'ensemble de ses composants et lui donne une surface rugueuse. Les rayures laissées par la meule sont d'autant plus visibles que les granulats choisis sont de couleur sombre. Une seconde passe avec une meule à grain 60 ou 120 permet d'atténuer les rayures trop présentes. Cette première opération est suivie d'un bouchonnage léger en appliquant un enduit de surface pour combler les imperfections comme les bulles d'air ou les déchaussements de granulats sous l'effet de la meule. Ce béton est relativement plus poreux que les autres bétons polis et donc plus sensible notamment aux remontées d'efflorescences.

Béton poli

Après le grésage, on utilise des meules à grains de plus en plus fins qui lissent, passe après passe, la texture de la surface. Le béton adouci s'obtient avec deux ou trois passes de meules à grains 120, 220 et 320 (selon que les granulats sont de couleur claire ou foncée) suivi d'un bouchonnage ou d'un masticage avant l'application d'un produit de protection. Pour le béton poli, une passe supplémentaire de meule à grains fins, 400 ou 600 est nécessaire. La surface est alors lisse. Tous les composants du matériau sont visibles et leur sélection doit être extrêmement rigoureuse pour obtenir l'effet recherché. Le béton poli crée des surfaces nouvelles qui, sans être mimétiques ont des caractéristiques et des qualités proches de celles de la pierre. Au ministère des finances à Paris, Paul Chemetov et Borja Huidobro ont associé le béton poli à la pierre agrafée. La similitude des couleurs et des textures donne une grande homogénéité aux parties pleines des façades, alors que les calepinages et le travail sur les joints exploitent les possibilités de chacun des matériaux et font percevoir deux échelles complémentaires de lecture.



Ministère des finances, Paris, P. Chemetov et B. Huidobro.

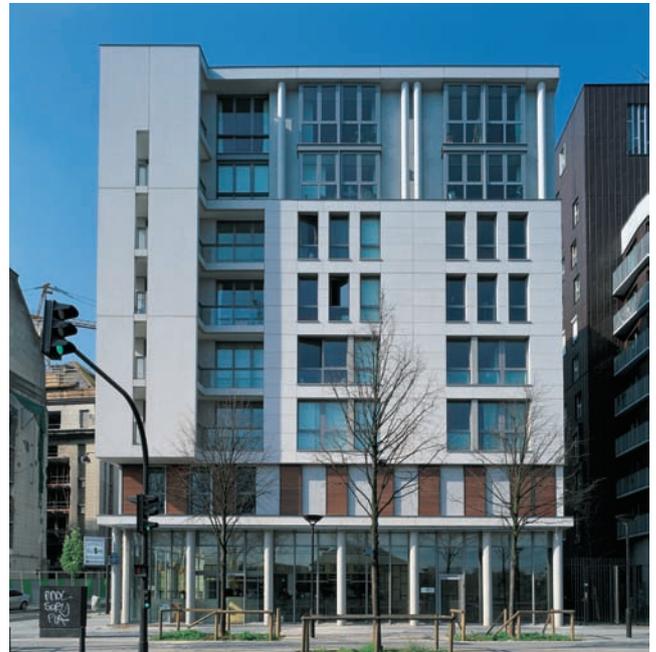
Béton poli marbrier

On obtient le béton poli marbrier lorsqu'on prolonge le polissage de quatre à six passes de meule de plus en plus fines selon la nature des granulats (meules à pierre tendre de grain 800), suivi d'un lustrage en fin d'opération, pour donner au béton son aspect brillant. Pour obtenir un béton poli de qualité, les mortiers qui entrent dans sa composition doivent

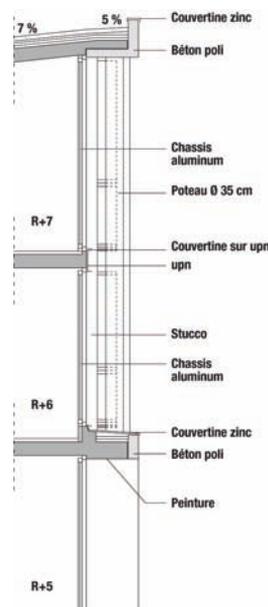
être de bonne compacité, résistant à l'action de la meule et non poreux. Le moule doit être rigide, d'une planéité et d'une étanchéité parfaite et la mise en œuvre doit être très soignée.

L'immeuble réalisé par l'architecte Catherine Furet au cœur de la ZAC Masséna dans le 13^e arrondissement de Paris, abrite une vingtaine de logements allant du 2 au 5 pièces. Du fait de la situation du bâtiment, en front de Seine, la plupart des appartements bénéficient d'une vue privilégiée sur le fleuve. L'immeuble s'élève sur sept étages au-dessus du rez-de-chaussée. Sous forme de panneaux, de vêtues, de poteaux cylindriques, les éléments préfabriqués en béton poli dessinent les façades de l'édifice et lui donnent toute son élégance dans le paysage urbain. Au rez-de-chaussée de la façade sur le quai, une généreuse vitrine est disposée en retrait d'une série de poteaux en béton poli de granite d'une teinte brun clair. Au-dessus, une alternance de fenêtres verticales et de persiennes en

bois prolonge l'effet de piédestal produit par l'alignement des poteaux. Les quatre étages suivants déclinent une composition, associant dans une même trame quadrillée baies vitrées et calepinage de la vêtue en béton poli. Les deux derniers niveaux abritent des logements en duplex. Ils sont dotés de grands bow-windows entièrement vitrés encadrés par des poteaux ronds en béton poli de teinte beige clair, intégrant dans leur composition des granulats de marbre des Pyrénées. Un acrotère de même nature couronne l'ensemble. Sur la



Logements, ZAC Masséna, Paris, C. Furet.



Béton poli marbrier. Détail.



Extension du Palais des Congrès, Paris, C. de Portzamparc.

gauche de cette façade, de grands panneaux (deux hauteurs d'étages) composent une manière d'écran, qui protège les balcons du bruit provenant du quai, tout en aménageant une agréable intimité aux habitants.

L'intérêt du béton poli est qu'il propose à la fois une lecture proche et lointaine. De près, il donne à observer la diversité des granulats sectionnés par la meule mettant en valeur leur taille, le jeu de leur imbrication, leur forme, leur densité. De loin, il s'appréhende par les masses ou les nuances de couleurs qu'il établit et que révèle la lumière.

Transformer l'image du Palais des Congrès de Paris, créer 45 000 m² de surfaces supplémentaires de bureaux, de salles de réunions, d'espaces d'expositions et trois nouvelles salles de conférences, tels ont été les contraintes programmatiques à résoudre par Christian de Portzamparc dans son projet d'extension. La réponse se manifeste par une gigantesque façade inclinée, en béton poli bicolore, qui s'ouvre sur la porte Maillot. En fait, la nouvelle image du bâtiment est issue d'une composition volumétrique simple née du croisement de deux grands plans: la façade principale inclinée d'une part et l'immense balcon flottant à 12 m de hauteur d'autre part. Le plan incliné de la façade principale avance en dévers de 8 m sur la place. Il fabrique ainsi le parvis d'entrée et le protège. Son inclinaison permet de libérer des espaces de plus en plus vastes, plus on s'élève dans les étages. Il est percé par un porche qui marque l'ouverture du Palais des Congrès. Ce porche abrite aussi un cône inversé, où trois salles de conférences

sont aménagées. Le grand balcon permet d'évacuer une partie des occupants, vers le terre-plein central du carrefour, en cas d'incendie. Les panneaux de la façade inclinée et du cône inversé ont été fabriqués selon le même procédé dans des coffrages spécifiques. Un béton architectural est disposé à la truelle, en fond de table coffrante, sur environ 6 cm d'épaisseur. Les panneaux de 4,05 m x 2,88 m sont redivisés par un rythme de joints creux tous les 72 cm. Dans la partie supérieure de chaque alvéole du panneau, ainsi obtenue, le béton est blanc, dans le tiers inférieur, il est coloré (gris ou orangé). L'armature est ensuite mise en place avant le coulage du béton gris structural. L'ensemble du panneau, de 14 cm d'épaisseur, est ensuite vibré très brièvement, afin d'obtenir une ligne ondulante entre 2 teintes de béton, tout en évitant le mélange de 2 couleurs. Le béton clair des panneaux est constitué de ciment blanc et de sable blanc de Norvège. Un mixte de ciment blanc et gris et des granulats blancs entrent dans la composition des parties de teinte grise. Enfin pour les parties orangées ce sont des granulats orangés qui sont mélangés avec du ciment blanc.



*Pacific Tower, La-Défense,
K. Kurokawa.*

Pour la Pacific Tower à la Défense, Kisho Kurokawa exploite ce contraste entre les deux lectures d'un bâtiment. De loin, la surface de la grande façade galbée est homogène et brillante, la trame régulière des vitrages au nu extérieur accroche la lumière de manière uniforme. Mais de près, les panneaux en béton de marbre et de ciment gris clair sont tachetés par des inclusions de béton gris sombre accentuant la lecture de la composition de la matière. Dans les premiers projets, le contraste était encore renforcé par des inserts de marbre noir dans du ciment blanc.



Les éléments en béton préfabriqués en général et en béton poli en particulier présentent une grande qualité et perfection de parement, ainsi qu'une grande précision dimensionnelle, qui permettent de répondre aux dessins de volumes et de façades les plus innovants comme les plus rigoureux.

La géode du lycée Jean Monnet à Montpellier, conçue par François Fontes illustre parfaitement l'utilisation imaginative et précise que l'on peut

faire d'éléments d'habillage préfabriqués en béton poli. Cette sphère en béton poli abrite un amphithéâtre de 300 places. L'ouvrage est composé d'une première sphère de 20 m de diamètre, constituée par une paroi de béton de 10 cm d'épaisseur, coulée par levées successives. Une fois réalisée, elle est étanchée et isolée par l'extérieur, puis habillée d'une peau constituée d'écailles en béton poli. Les écailles sont des triangles équilatéraux curvilignes, provenant de la décomposition de l'icosaèdre sphérique, en 9 pièces de deux types. La largeur des joints entre les pièces a été



Lycée Jean-Monnet, Montpellier, F. Fontes.

déterminée en prenant en compte les variations dimensionnelles, dues aux écarts thermiques (-30° à +40°), ainsi que les tolérances d'exécution des moules. Les 160 pièces d'habillage ont été préfabriquées en usine et polies de façon manuelle et à sec sur le chantier. Chaque écaille est posée sur la sphère en béton coulé, par l'intermédiaire d'une platine métallique fixée dans le béton. Chaque extrémité des écailles triangulaires est fixée à la platine par un boulon haute résistance. Une liberté de déplacement triangle/boulon est rendue possible par l'intermédiaire d'une rotule mécanique. La qualité de la réalisation des écailles et la précision de leur mise en œuvre participent à l'image parfaite de cette géode.

3. La couleur

Dans l'esprit du public, le béton est gris. En fait l'emploi de peintures, de lasures et de ciments blanc permet de donner au béton une palette extrêmement riche et variée de teintes issues soit d'une application en surface plus ou moins transparente soit des composants du béton. Dans ce dernier cas, la couleur est déterminée par les constituants les plus fins du matériau, ciments, fines et pigments, si le béton est directement issu du moule et par les granulats plus importants si la surface subit un traitement.

La peinture

La peinture dissimule la peau du matériau permettant en particulier de masquer les ragréages. Elle offre une large palette colorée. Le Corbusier renforce le caractère sacré de l'espace de la crypte du couvent de la Tourette en peignant le béton brut de bleu, de rouge et de jaune qu'il illumine par une lumière zénithale. Dans certains cas, la peinture joue le rôle de révélateur de tel ou tel élément de l'écriture architecturale.

La Salle Polyvalente de Plélan-le-Petit, signée par les architectes David Cras, Benoit Robert et Nicolas Sur, se caractérise par ses lignes pures exprimées par le rythme régulier de ses portiques de structure immaculés. Implanté au cœur de la nature, dans une commune rurale, l'édifice est conçu pour accueillir toutes sortes de manifestations. Le bâtiment est

principalement construit en béton coulé en place. Le volume principal est enduit dans une couleur en harmonie avec le sol naturel. La structure est composée d'un système poteaux-poutres classique, réglé sur un pas de trame de 4,80 m. Elle dessine de grands portiques en béton armé. Peints en blanc, ces portiques affirment leur présence dans l'espace, scandent les élévations, englobent le parvis et la terrasse. Ils participent pleinement de l'architecture contemporaine de cet équipement inscrit dans son paysage.



*Vue intérieure,
Couvent Sainte
Marie de la
Tourette,
Le Corbusier.*



*Salle Polyvalente,
Plélan-le-Petit.
D. Cras, B. Robert
et N. Sur.*



L'usine Flip Technologie, à Villeurbanne, présente l'aspect étonnant d'une coque au fini impeccable, qui s'apparente à celui d'une carrosserie d'automobile. Pour les nouveaux locaux de cette entreprise fabriquant des équipements électroniques pour camions, l'architecte Raphaël Pistilli dessine un bâtiment dont les lignes s'inspirent fortement du design des carrosseries automobiles. Pour rester dans l'esprit de la référence initiale, l'architecte a souhaité des façades lisses et brillantes comme une carrosserie métallisée. Le choix de réaliser l'ouvrage entièrement en béton répond à la fois à la volonté de conserver l'unité des volumes dessinés et à la volonté de profiter de l'inertie thermique du matériau, garante de températures intérieures maîtrisées dans ce bâtiment industriel (contrairement à ce qui se passait dans l'ancien bâtiment de la société). La finition « peinture métallisée » des façades renforce les effets de formes et de volumes. La brillance et l'impression de profondeur donnée par cette peinture accrochent le reflet mobile et changeant du ciel. Les parois extérieures du bâtiment ont été coulées dans des banches métalliques. Cintres et mannequins en bois permettent d'obtenir les ouvertures et les lignes spécifiques de cette architecture. Une fois décoffrées, ces parois font l'objet de plusieurs traitements successifs. Elles sont d'abord ragréées, puis poncées. Ensuite une résine Epoxy est appliquée au pistolet sur le béton. Cela est suivi par un masticage des défauts avec une résine. Une résine d'apprêt est

alors appliquée, afin d'uniformiser la teinte de surface. Les dernières étapes consistent à effectuer un ponçage de la première couche de la résine d'apprêt, puis à passer une seconde couche de la même résine, vient ensuite l'application de la peinture mate métallisée à paillette et enfin le vernissage pour faire briller la peau du bâtiment.

La lasure

Comme les peintures, les lasures assurent un traitement chromatique des parois de béton. Elles apportent une coloration, tout en étant transparentes, ainsi la matière du béton est-elle respectée. Les lasures protègent le béton, facilitant le ruissellement de l'eau, évitant les salissures et protégeant de l'agression du gaz carbonique et des sulfates. L'application au rouleau est très simple. Elle doit être effectuée hors poussière, après brossage de la surface du béton. Les lasures, qui supposent un béton de qualité, autorisent certains nuançages qui font jouer la lumière. Si les défauts de surface sont



Siège de Flip technologies, Villeurbanne, R. Pistilli.



Groupe scolaire, Bailly-Romainvilliers, M. et P. Boudry.





Crèche « Terre des enfants », Rouen, Masson & Hamonic.

trop importants, un régulateur de fond pourra être utilisé avant l'application de la lasure. Comme pour l'enduit ou la peinture, il faut tenir compte de la mise en œuvre dans le dessin du projet. Ainsi, il est préférable de se limiter à des panneaux d'environ 10 m² pour ne pas avoir de traces de reprise.

Œuvre de Marjolin et Pierre Bouydry, le groupe scolaire (12 classes) de Bailly-Romainvilliers met en scène avec maîtrise le jeu du plein et du vide, de l'ombre et de la lumière, à travers sa peau de béton recouverte d'une lasure brun orangé. À quelques pas des constructions pastiches et pittoresques bordant « EuroDisney », la composition de cet édifice tire son expressivité de l'enchaînement continu des parois verticales et horizontales, du rythme des volumes soulevés ou ancrés, des transparences et des opacités. La force sculpturale du volume général tient à la qualité de son dessin et à la puissance de ce béton lasuré qui sert tout autant l'échelle de la masse que celle de l'émotion. Elle traduit, aussi, la présence tranquille d'un équipement à vocation éducative, qui affirme son architecture contemporaine.

Dans un quartier populaire en devenir de la périphérie Rouennaise, un ruban de béton marron glacé

dessine un univers paisible pour la petite enfance. Il cultive un véritable esprit de carapace, tout en ouvrant largement l'espace sur l'extérieur.

Baptisé « Terre des enfants » ce nouvel équipement, construit par les architectes Hamonic et Masson, abrite une crèche, une halte-garderie et un relais pour les assistantes maternelles. Pensée comme une coque protectrice, l'enveloppe en béton auto-plaçant lasuré dessine le volume et affirme la présence de l'équipement public dans l'espace urbain. À l'intérieur, les couleurs vives qui animent les espaces jouent du contraste avec la peau monochrome de l'extérieur.

Le groupe Architecture Studio a souvent utilisé cette technique de coloration pour mettre en valeur des volumes ou des surfaces. Porte de Chatillon à Paris, l'Institut national du judo présente sur le boulevard périphérique une façade quasiment aveugle faisant office de mur antibruit. Entièrement réalisée en béton coulé en place, cette façade est simplement animée par un jeu de nervures et l'incrustation de briques de verre. Sur le parement brut du béton est appliqué une lasure gris anthracite, elle-même protégée par un vernis à base de résine polyuréthane.



Institut national du Judo, Paris, Architecture Studio.





Résidence universitaire Croisset, Paris, Architecture Studio.

Le terrain sur lequel se dresse la Résidence universitaire Croisset, porte de Clignancourt à Paris, (Architecture Studio) est bordé sur sa limite nord par le boulevard périphérique dont le trafic intense génère d'importantes nuisances sonores (proche de 90 dBA) et visuelles, ainsi qu'une forte pollution due aux gaz d'échappement. Architecture Studio a conçu son projet de façon à ce que les 351 chambres de la résidence soient intégralement protégées de ces nuisances. Ce résultat remarquable est obtenu grâce à un imposant ouvrage en béton noir qui se dresse entre le boulevard périphérique et les trois plots de logements. Cette paroi courbe constitue un bouclier protecteur de 100 m de long et 30 m de haut. Ce mur courbe d'une épaisseur de 30 cm est construit avec panneaux préfabriqués en béton strié de cannelures horizontales. Ces panneaux d'un noir intense sont teintés dans la masse et recouverts d'une lasure noire brillante, qui leur donne densité et brillance.

La teinte dans la masse

Outre les applications en surface plus ou moins transparentes, la couleur peut être recherchée dans l'épaisseur du matériau. Plusieurs techniques de mise en œuvre permettent de donner en surface la

couleur choisie sans nécessairement teinter toute la masse du béton. Dans les bétons bi-couches, les constituants sélectionnés pour leur teinte ou leur aspect sont dans la couche visible alors que le support est constitué d'un béton ordinaire. En projetant à la volée sur le béton encore frais un mélange sec de sable, de ciment et de colorant on peut en teinter la surface en profondeur.

La nature composite du matériau permet d'obtenir une grande variété de couleurs en choisissant celles de chacun de ses constituants. Le premier d'entre eux, le ciment sera essentiel pour la définition de la teinte. S'il est gris, il définit une valeur de base de couleur du matériau, alors que s'il est blanc, le béton prend la teinte de ses autres constituants, sables ou granulats. La teinte naturelle du ciment est due aux minéraux colorants contenus dans ses matières premières. Selon la provenance de ces matières premières, le ciment aura des teintes variant du blanc pur au gris soutenu. Dans le cas des éléments préfabriqués, une échelle de valeur des teintures de ciments a été établie par le CIB (voir le cahier des charges pour les éléments architecturaux préfabriqués en usine édité par la FIB en septembre 1996). Les sept teintures référencées ainsi que les degrés de tolérance donnés permettent aux maîtres d'œuvre de définir précisément leurs exigences. Cependant, la régularité de la teinte dépend autant de la couleur du ciment sec que des conditions dans lesquelles le béton est coulé. La



Salle des musiques actuelles "La Carène", Brest, J. Ripault.

porosité du coffrage, les conditions de vibration, le délai de démoulage, comme les conditions atmosphériques sont des critères essentiels. Ainsi, plus le ciment est blanc, plus la teinte peut être définie avec précision.



De même, la couleur du sable utilisé est d'autant plus déterminante pour celle du béton que le ciment est clair surtout sur les surfaces brutes de décoffrage. L'ajout de colorants, oxydes métalliques ou pigments de synthèse, permet d'augmenter considérablement l'échelle de teintes, bien qu'il soit limité à environ 3 % du poids du ciment



Pigments.

sec. Si certains colorants sont courants et peu onéreux – l'oxyde de fer teinte naturellement et gratuitement le ciment gris – d'autres peuvent faire varier le coût du béton dans des proportions importantes. D'autre part, sous l'effet du soleil, de la pollution ou des intempéries, les couleurs peuvent varier ou passer avec le temps, surtout dans le cas des pigments de synthèse. Suivant ces deux critères, les teintes ocre sont à privilégier, alors que les bleus seront dans bien des cas à l'origine de

surcoûts importants pour une faible fiabilité dans le temps. Les bétons teintés dans la masse offrent aux architectes un large éventail de solutions plastiques et esthétiques.

« La Carène » la salle de musiques actuelles de Brest, conçue par l'architecte Jacques Ripault se dresse au pied des remparts de Vauban dans la zone du port de commerce. Telle une nef arrimée aux fortifications, elle se présente sous la forme d'un volume de béton brut de couleur rouille, teinté dans la masse. Sa volumétrie décline un jeu de pans brisés, de lignes inclinées, de pentes qui semblent prolonger le dessin des remparts et s'en faire l'écho. « La présence de cet équipement soulignée par sa volumétrie correspond à l'expression des musiques actuelles. Son volume en béton teinté dans la masse affirme l'idée de socle et de densité de matière en correspondance avec la texture des remparts », souligne Jacques Ripault. Dans sa composition, le volume exprime à la fois l'ancrage au sol et la façon de soulever la matière construite jusqu'à lui donner un côté aérien dans le rapport au ciel, au paysage lointain et à la ville haute. Les qualités expressives du béton brut teinté dans la masse affirment la présence de l'édifice dans son site. Cette nef de musique affiche ainsi son caractère insolite et nous invite à voyager sur les rives de l'imaginaire et du rêve, portés par les musiques actuelles.

Le projet de 48 logements sociaux, conçu par Albéric Beckmann et Françoise N'Thépé, fait parti du nouveau quartier Masséna, dans le XI^e arrondissement de Paris. Les architectes proposent un bâtiment-sculpture. La base de l'immeuble est à l'alignement sur les rues existantes, et occupée par des activités ouvertes sur l'espace public; elle se creuse en intérieur d'îlot et abrite les accès aux logements. Au-dessus de cette base, trois « tours » d'appartements s'élancent à la verticale. Sur le toit des commerces, un jardin suspendu est ouvert à tous les locataires et offre la possibilité de regroupements conviviaux. L'utilisation d'un béton auto-plaçant brut de couleur brune (teinté dans la masse) renforce l'aspect sculptural de l'édifice et sa dimension verticale. Le béton est coulé en une levée sur deux hauteurs d'étages. Il offre une surface lisse percée par la composition plastique des fenêtres. La lecture des onze étages s'efface ainsi au profit de la volumétrie. Les façades se développent alors comme une grande composition graphique, généreuse et sans échelle. Un ruban de lasure dorée souligne le mouvement des volumes.

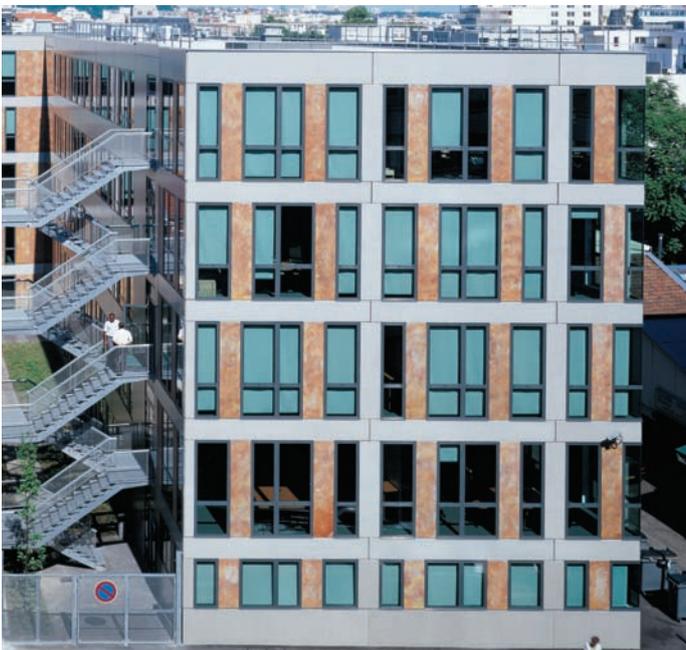
Le bâtiment du siège social de BNP Paribas, des architectes Bruno-Jean Hubert et Michel Roy, à Montreuil développe un concept de panneaux en béton préfabriqués colorés par des ocres naturelles. L'ensemble est conçu comme un bâtiment



48 logements, ZAC Masséna, Paris,
C. Beckmann et F. N'Thépé.

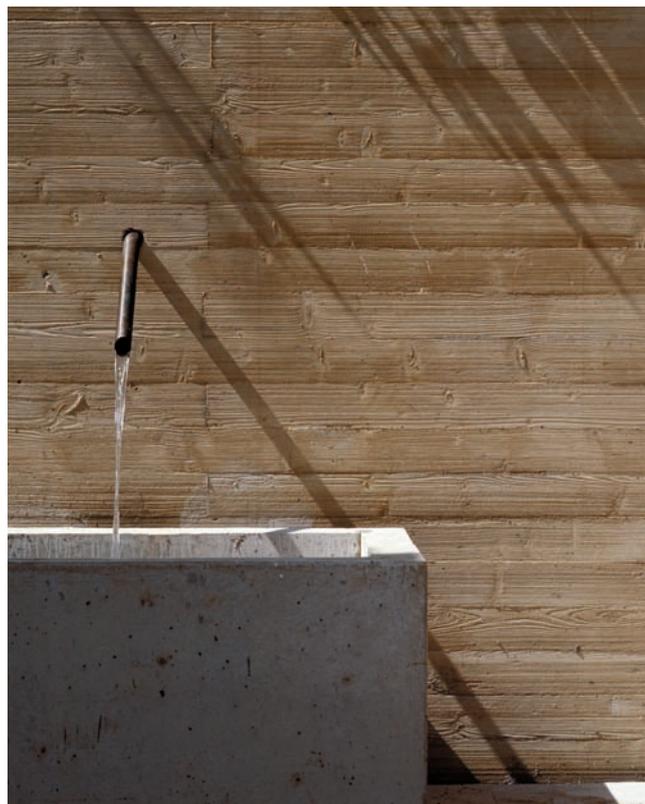


Bureaux, Montreuil,
B.-J. Hubert et M. Roy.

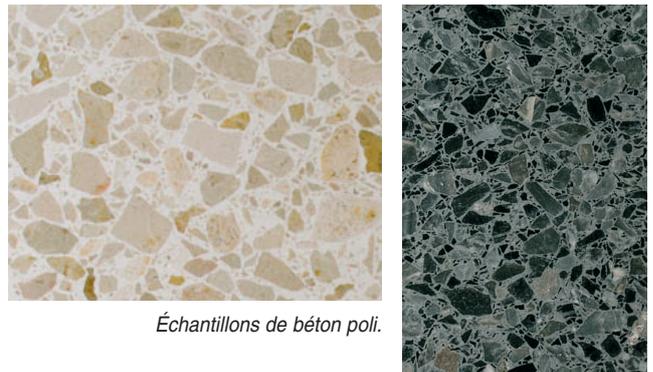


homogène, une superposition de plateaux libres et flexibles, présentant deux façades sur rue, les autres donnant sur le cœur de l'îlot. Les façades lisses et continues constituent l'enveloppe de l'édifice. Elles offrent une alternance de baies vitrées et de panneaux préfabriqués en béton, soit gris, soit colorés de façon aléatoire. Avec l'entreprise de préfabrication, les architectes ont mis au point un procédé de coloration des panneaux très particulier. Au niveau du banc de préfabrication, sur le fond huilé de chaque banche des ocres naturelles rouges et jaunes ont été jetées au hasard à la main par les compagnons, puis le béton gris coulé dans la banche. Ce procédé permet d'assurer un effet aléatoire. Ainsi, les couleurs sont-elles uniques pour chaque panneau. Elles varient de la saturation totale en pigment jusqu'à une certaine « transparence » où le gris du béton apparaît en harmonie avec le reste de la couleur. Les couleurs des pigments choisis sont en harmonie avec les couleurs dominantes de l'environnement faubourien.

Lorsque le béton est traité en surface, les granulats se montrent et selon leurs provenances, ils proposent des couleurs variées, comme par exemple, le noir ou le vert des Alpes, le bleu de l'Espéra et du Saint-Béat bleu turquin, le rouge du porphyre de Montaucé, l'ocre avec le comblanchien, l'Ecuelle, la Hauteville, le Belleroche et le Pouzillac, le blanc,



enfin, avec le rose de Brignoles, le rose marbre des Pyrénées, le veiné gris marbre de Carrare, le pur de « Grèce » et le quartz de Vendée. En les combinant, il est possible d'obtenir de nombreuses nuances qui peuvent être encore modifiées par l'ajout de colorants au ciment. Notons cependant qu'un composant ne doit pas être choisi seulement pour sa couleur car le critère le plus important est sa dureté pour qu'il soit adapté au traitement qui est réalisé à la surface du béton.



Les sables participent à la coloration du béton. À Saint Fortunat dans les Monts d'Or, la maison dessinée par Clément Vergely est fortement liée à son environnement et propose à ses habitants une immersion dans le paysage. Le projet prend appui sur un chemin existant en créant un mur en béton qui le longe. Cette paroi devient l'épine dorsale du projet à partir de laquelle l'ensemble de la maison s'organise et se construit. Cette paroi pleine génère toute une série de voiles parallèles en béton brut qui délimitent les différents espaces de la vie familiale. Le choix du béton comme matière des façades et le travail effectué sur son parement

Villa, Saint Fortunat, C. Vergely.



participent pleinement à l'écriture architecturale très moderne et épurée de la maison, ainsi qu'à son intégration dans le paysage. Les parois extérieures en béton brut sont rythmées par l'empreinte des planchettes en sapin de haute montagne de la peau des coffrages. Ces planchettes ont été choisies pour leur résistance et leurs veines très marquées, accentuées par un brossage. Cela génère un très beau parement, en harmonie avec les pierres constituant les murs existants alentour. À cela s'ajoute la teinte dorée du béton composé à base de ciment blanc et de sable jaune du Mont-d'Or, dosé pour obtenir une teinte approchant celle des pierres naturelles de la région.

Le béton blanc

Grâce au ciment blanc, il est possible d'obtenir des parois et des volumes dont la blancheur immaculée met en valeur toute la plastique des projets imaginés par les architectes.

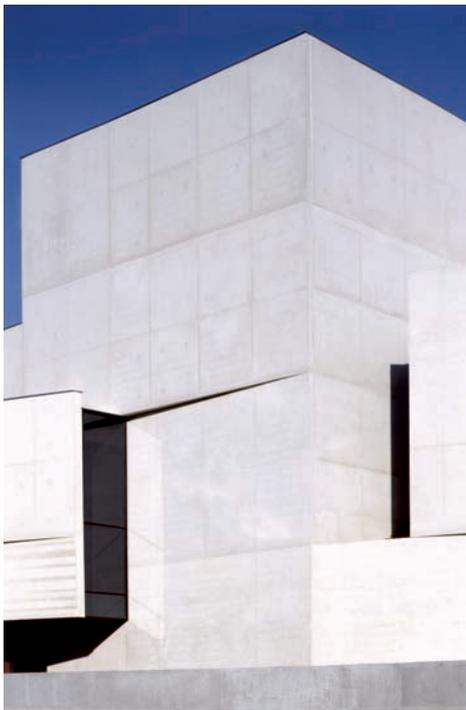
L'église « Dives in misericordia » réalisée par Richard Meier dans le quartier de Tor Tre Teste à 10 km du centre de Rome devait être inaugurée en 2000

pour le jubilé de l'Église catholique. Livrée en 2003, elle a été dédiée au 25^e anniversaire du pontificat du pape Jean-Paul II. L'église forme une seule nef éclairée zénithalement composée de trois grands voiles courbes en béton blanc qui semblent lancés en équilibre dans l'espace. Ces trois coques immaculées, dont la plus haute fait 26 mètres, sont réalisées en panneaux préfabriqués en béton blanc à l'oxyde de titane (béton autonettoyant).



*Église du Jubilé,
Tor Tre Teste, Rome,
Richard Meier & Partners.*





Centre Dramatique National, Montreuil, D. Coulon.



Le Centre Dramatique National de Montreuil (CDN) projeté par l'architecte Dominique Coulon, répond totalement au contexte dans lequel il s'insère et au visage que présentera le site dans l'avenir, une fois l'ensemble du projet urbain « Cœur de Ville » achevé. Les déhanchements, les torsions, les changements de hauteurs des toitures-terrasses témoignent de la recherche d'un dialogue constant avec le plan urbain d'Alvaro Siza. Dans son travail à mi-chemin entre architecture et urbanisme, l'architecte a défini une série de masses et de volumes structurant l'énorme terre-plein au pied des tours URSSAF. Le volume du théâtre vient aussi répondre en contrepoint au jeu de pleins et de vides créés par les opérations de logements récemment réalisées. Les déhanchements et désaxements volumétriques du théâtre proposent une lecture dynamique de l'édifice au passant descendant la rue Franklin depuis le Haut-Montreuil, le site se trouvant à un point charnière de la commune partagée entre le plateau des Malassis et la plaine de Vincennes. Ils jouent aussi un rôle à l'échelle du bâtiment qui se situe à l'articulation entre les places Jean Jaurès et Guernica. Les décalages de hauteurs prolongent quant à eux les lignes de constructions encore à venir. La couleur blanche des parois signale au passant le statut public de l'édifice, conformément aux indications du projet urbain défini par Alvaro Siza, qui propose d'établir une hiérarchie public et privé à travers les

matériaux, la brique étant plutôt réservée au logement, les bâtiments appartenant à la collectivité utilisant quand à eux des matériaux plus exceptionnels. Le béton mis en œuvre ici est un béton brut de ciment blanc à l'oxyde de titane (béton autonettoyant) coulé en place. La matière et la luminosité de ce béton mettent en valeur le jeu des masses et des volumes sculptés par l'architecte pour structurer l'espace urbain et renforcent le caractère exceptionnel de cet équipement.

L'éventail des possibilités de traitement de surface est donc très vaste. Le béton est encore un matériau jeune et les techniques de mise en œuvre évoluent en permanence. Les architectes ont amorcé les pistes de réflexion sur le traitement du béton. En les développant et en les combinant, il est possible aujourd'hui de trouver de nouvelles textures, de nouvelles associations de matière, des gammes de couleurs répondant aux enjeux esthétiques et à la sensibilité de l'époque contemporaine et du futur.

Crédit photographique

H. Abbadie [9HD, 14 G, 21, 25H, 25B,28B] – S. Andrei [12H] – T. Ando [6M, 6D]
N. Borel [16M, 21] – C. Bourgeois [17H] – D. Boy de la Tour [20G, 20HD]
L. Casals [6BG] – S. Chalmeau [23B] – H. Chapon [22G] – Darugar [21] – S. Demailly [12B]
B. Fougeirol [9M] – A. Jemolo [30BG] – A. Karchmer-Esto [30BD] – J.-M. Landecy [24BD]
S. Lucas [28HD, 28MD] – D.-O. Mandrelli [11] – G. Maucuit-Lecomte [14D, 24BG]
M. Moch [26] – J.-M. Monthiers [10BD, 13, 15 H, 27H, 31] – P. Ruault [29B]
E. SAILLET [29B] – DR [6HG, 7HG, 7HD, 7BG, 7BD, 8H, 8B, 9HG, 9HM, 10H, 15B, 16G,
16H, 17M, 18, 19, 20B,22D, 23HD, 24M, 27B, 30MD].

Couverture

OBÉA Communication

Mise en page et réalisation

Amprincipe Paris
R.C.S. Paris B 389 103 805

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



ÉCOLE FRANÇAISE DU BÉTON

7, place de La Défense
92974 Paris-La-Défense CEDEX