

# La technologie au service du design

Si la technologie est essentielle à la construction bas carbone, elle n'en oublie pas pour autant le design et la matérialité, surtout lorsque l'on s'intéresse à l'enveloppe du bâtiment. Inventaire, non exhaustif, des solutions et systèmes.

La matérialité révélée au sein de chaque projet doit être en résonance avec celle de son environnement. Impossible de faire l'impasse sur cette question : chaque projet s'inscrit dans un contexte – rural, social, urbain, climatique –, une adéquation s'impose entre la texture extérieure du projet et cet environnement immédiat. Celui-ci induit une relation particulière à la matière qui influe forcément sur le choix. Certains architectes auront tendance à systématiser leurs matières de prédilection en les adaptant au contexte, quand d'autres, au contraire, n'en auront aucune. En découlent des logiques constructives différentes, intégrant une ou plusieurs matières. Aujourd'hui, les concepteurs n'hésitent plus à marier les matériaux et systèmes en façade. Loin d'être anodine, cette tendance, intimement liée au développement des procédés d'isolation thermique par l'extérieur (ITE), s'observe sur l'ensemble des typologies de bâtiment. Pour les architectes et aussi les maîtres d'ouvrage, ces associations ne présentent

que des avantages. Elles offrent notamment de nouvelles perspectives esthétiques, en introduisant de la diversité dans les matières, les textures, les couleurs et dans les rythmes, tout en autorisant une meilleure exploitation des performances physiques de ces matériaux.

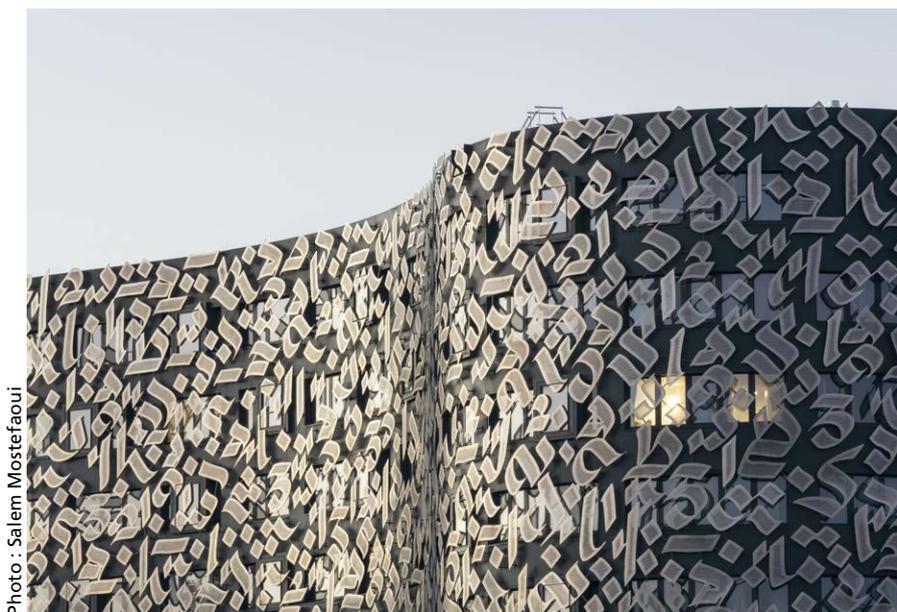
## Béton, matière minérale décarbonée ?

Au chapitre des matériaux et systèmes, les innovations réalisées sont remarquables. Le béton, qui devra nécessairement baisser son impact carbone s'il veut rester en façade, en est le parfait exemple. Ses textures vont du très rugueux au totalement lisse (poli, mat ou satiné). La qualité d'un parement minéral en béton tient à deux choses : la teinte et la texture. Ainsi selon sa composition, la qualité des granulats, la nature des banches (surface coffrante), la matrice et le type d'agent démoulant, les surfaces varieront d'une teinte sombre à claire, tandis que la texture ira du mat au brillant. La peau des bétons bruts est le résultat des



Photo : Schnepp Renou

▲ Campus Orange, Lyon (69) / Hubert Godet Architectes et Hardel Le Bihan : un jeu cinématique réunit les façades en aluminium laqué teinté cuivre des nouveaux bâtiments et l'enveloppe de briques du central existant, visible derrière son exosquelette en béton.



▲ Cité universitaire internationale, pavillon Habib Bourguiba, Paris 14<sup>e</sup> / Explorations Architecture et Lamine Ben Hibet, architecte cotraitant : cette double peau calligraphiée, œuvre composite d'une grande force plastique et toute en légèreté, est constituée de panneaux en aluminium perforé découpé au laser.

◀ Détail d'une façade brique rue Vignole, Paris 20<sup>e</sup> / SBA : brique en structure et parements, jeux de volumes, de pleins et de vides, transparence et opacité se conjuguent aux variations stéréotomiques et aux emboîtements d'échelle.

mouvements de matière à l'interface béton/coffrage. Appelée « ségrégation », elle se produit sous l'action combinée de la vibration et de l'effet dit « de paroi ». Ainsi dans la zone située à quelques centimètres du coffrage, le squelette granulaire du béton est réduit à ses éléments les plus fins. Ensuite, il est possible de jouer soit avec la texture, soit avec la teinte. C'est à ce moment que l'on parle de minéralité. À noter, si la palette de chromatique s'est étendue jusqu'au noir, la couleur blanche est aujourd'hui la plus prisée – et c'est probablement le choix le plus pertinent pour répondre aux problématiques de confort d'été. Les bétons rugueux, quant à eux, sont obtenus par trempage dans un bain acide : on contrôle le taux d'acidité par lavage de la surface non durcie avec un retardateur, ou encore par sablage.

### Pierre naturelle... et reconstituée

La pierre naturelle signe, quant à elle, son retour. Sa matérialité est intimement liée à la géographie et bien sûr aux caractéristiques géologiques : calcaire, calcaire dur, marbre, ardoise, granit et grès. Soit une offre multiple dans les couleurs, les textures, les granulométries, les formats, et même dans les tailles de joints et les calepinages. Principal défaut : le poids. Pour y remédier, les fabricants développent des procédés de bardage rapportés ou de vêtage. Autre approche : les bardages, vêtements et vêtages en pierre naturelle reconstituée. Entre 10 et 20kg au mètre carré pour les plus lourds, ils sont, selon les produits, quatre à six fois plus légers que des panneaux traditionnels en pierre (poids parfois

supérieur à 50kg/m<sup>2</sup> pour une épaisseur d'environ 3 cm). Cette légèreté, relative, facilite la maniabilité lors de la mise en œuvre sur une ossature elle aussi « légère », donc plus économique et facile à installer. Schématiquement, ces produits sont constitués d'une âme en résine polyester, souvent renforcée de fibres de verre et de charges minérales. Ils sont revêtus, au choix, de pierre naturelle, de granulats de marbre ou autres, pour des aspects allant jusqu'à la pâte de verre ou la céramique. À noter : leur stabilité dimensionnelle élevée, y compris en grands formats – qui sont d'ailleurs la grande tendance.

### Terre cuite à profusion

Du côté de la terre cuite, les industriels – qui eux aussi, à l'instar de ceux du béton, s'attachent à baisser significativement leur impact carbone –, ont une approche très esthétisante de leur gamme de produits. Bardeaux, briques de façade, plaquettes, tuiles se déclinent en un large éventail de propositions décoratives. Là aussi, le travail sur la texture est le fruit d'une recherche constante autour du sur-mesure. Sur ce plan, les produits émaillés en couleur sont très significatifs. Par ailleurs, une offre de produits texturés se développe : naturel lisse, sablé ou encore brossé avec stries, faux joints, nervures, joints creux. Le plus ? Quelle que soit la proposition décorative, ces produits sont insensibles aux ultraviolets et conservent donc leurs couleurs intrinsèques dans le temps. Dernière évolution dans les formats qui ont tendance à prendre leurs aises, que ce soit en hauteur, en longueur ou en épaisseur.



Photo : Roland Halbe

▲ Résidence Terre-Sud, Bègles (33) / Taillandiers Architectes Associés. Les deux finitions de tuile, vernissées et mates, et le calepinage tuile par tuile, ont permis de créer un négatif élégant du paysage alentour.



Photo : Hervé Abbadie

▲ Paris 15<sup>e</sup>, les agences SML et Next livrent deux maisons siamoises dans un cœur de parcelle anciennement artisanal. Un produit rare dans la capitale, servi par une conception et une exécution soignées de l'enveloppe en châtaignier.

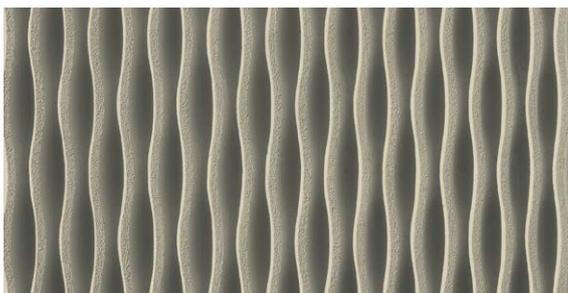


Photo : Reckli Keim

▲ Fruit d'un partenariat entre Reckli, fabricant de matrices de coffrage pour béton, et Keim, fabricant de peintures minérales, la lasure minérale Reckli Color by Keim est spécialement formulée pour revêtir, décorer et protéger les bétons matricés.

Quant à la brique pleine, elle plaît toujours autant. Ses atouts ? Elle peut venir en mur manteau sur un mur en béton isolé par l'extérieur et laisser le béton brut à l'intérieur, plus résistant qu'un doublage. On retiendra aussi l'immense panel de ses propositions esthétiques, tant dans son format, dans ses textures que dans sa modénature. C'est un matériau qui offre quantité d'interactions entre le mode de pose et les choix du maître d'œuvre.

### Terre crue, naturellement bas carbone

Autre matériau qui retrouve le chemin des chantiers : la terre crue. Jadis parmi les plus utilisés dans la construction, elle appartient à ceux qui ont le plus souffert de l'industrialisation et de la perte des savoir-faire. Adobe, pisée, torchis, enduit, autant de techniques qui ne demandent qu'à revivre et qui sont totalement en phase avec la construction bas carbone : peu ou pas de transport (ressource prélevée sur le chantier), peu ou pas de consommation d'énergie grise, des qualités d'inertie et de régulation de l'humidité. Pourtant, ce matériau, bien que millénaire, souffre toujours d'un manque de reconnaissance. Les savoir-faire, transmis oralement, ne sauraient suffire à rassurer maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre. C'est pourquoi la filière s'organise, notamment pour changer d'échelle et couler la terre crue à l'état liquide, comme un béton.

### Bois et biosourcés

A contrario, le bois et les biosourcés ont le vent en poupe et développent une matérialité positive. Il faut dire que la RE 2020 les favorise avec le calcul de l'ACV dynamique. De fait, ils sont une réponse évidente et pertinente à la nécessaire décarbonation du bâtiment. D'ores et déjà, les différents systèmes constructifs disponibles (poteaux/poutres, poteaux/dalles, ossature bois, bois/béton...) répondent aux contraintes et diverses réglementations – incendie, acoustique, thermique – à travers des solutions génériques et évaluées. Ainsi, le bois s'impose parce qu'il possède de vraies qualités constructives – entre autres, la légèreté, une inertie moyenne, la possibilité de préfabriquer, la rapidité d'exécution et des chantiers à faible nuisance.

Les bardages bois, eux, s'invitent de plus en plus souvent en façade, quels que soient le type de bâtiments et le mode constructif, y compris béton. Et surtout, les acteurs du secteur ont su répondre aux inquiétudes. À disposition : des traitements de surface toujours plus sophistiqués et efficaces – y compris contre le feu –, un vaste choix d'essences qualitatives et souvent locales – sapin, épicéa, pin sylvestre, pin maritime, mélèze, Douglas et red cedar pour les résineux ; châtaignier, chêne et robinier pour les feuillus –, une grande variété de longueurs et largeurs de lames. Sans oublier un gros travail sur le design, avec des profilés biseautés ou aboutés en bois massif ou contrecollés.

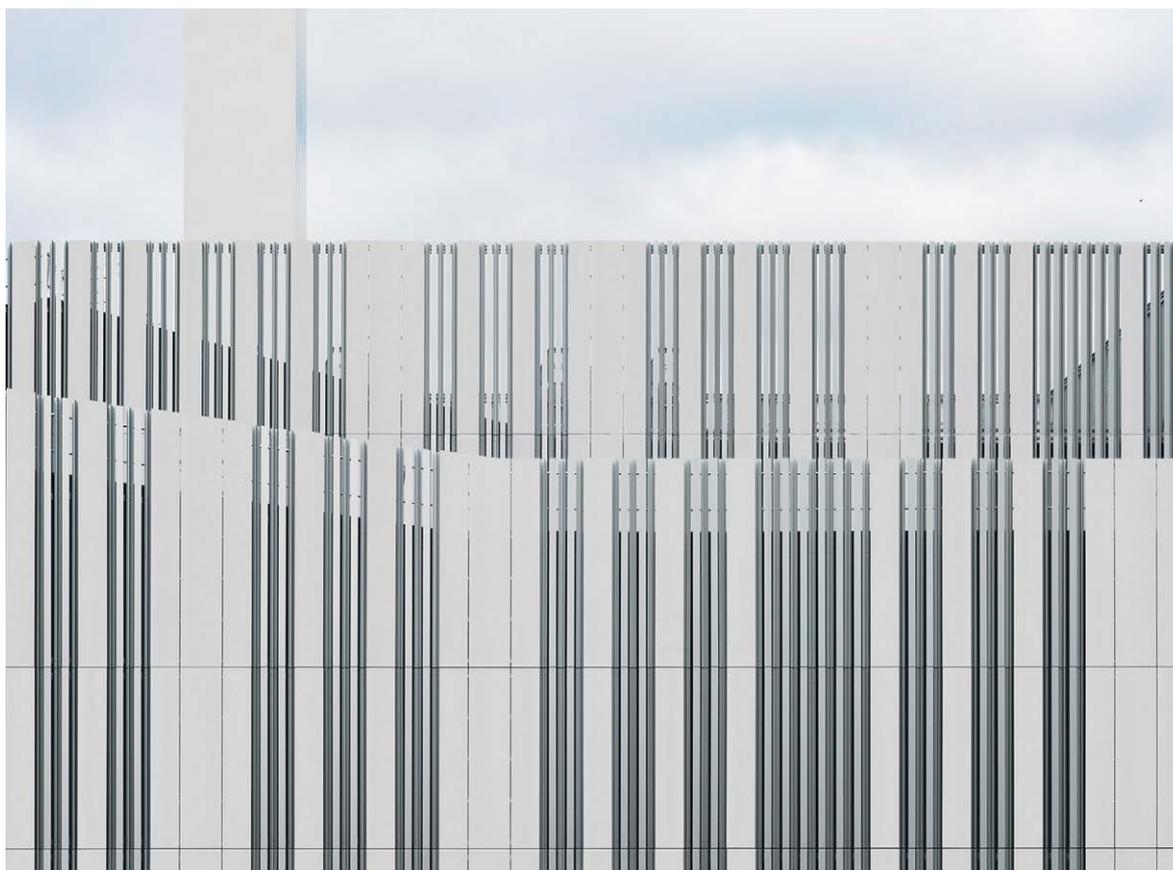


Photo : Rieder

▲ Centrale énergétique de Moulon (33) et centrale polytechnique, campus Paris-Saclay (91) / Fricout-Cassignol architectes : habillage des façades avec les panneaux en voile de béton fibré formparts.fab, de Rieder.

Idem du côté des systèmes à claires-voies ou ajourés, avec des perspectives esthétiques inédites qui confèrent au bâtiment une dimension plus contemporaine, plus légère et aérée. Ces bardages ne sont pas à proprement parler une nouveauté, mais ils suscitent de plus en plus d'intérêt. Aujourd'hui, les architectes disposent donc d'un attirail qui apporte à la fois liberté, fiabilité technique et pérennité.

### **Matière à enduire**

L'enduit de façade, qui souffrait jusque-là d'un déficit d'image, a beaucoup évolué. Les industriels du secteur proposent aujourd'hui des systèmes spécifiques – jeu de matières et de textures, mise en relief, addition de granulats divers (mica, billes de verre...) – pour obtenir des décors et effets graphiques originaux. Que ce soit au niveau des couleurs, des modénatures ou des effets, plus rien n'est impossible. Sachant qu'en plus, des palettes chromatiques viennent satisfaire toutes les envies décoratives.

Première option, les enduits minces à la chaux hydraulique et aérienne, autorisent des effets colorés de pleine matité et de transparence, qui patinent avec le temps. Tous les aspects structurés sont réalisables, à l'exception des très lisses et fermés, sachant que les finitions au taloché fin limitent l'encrassement. Autre solution technique remarquable et de plus en plus utilisée : le matriçage d'enduits minéraux. Ces derniers marient effets de relief, de texture et de

couleur. Au choix : des décors – types brique, veinage bois, planches assemblées, bambous et roseaux, imitation béton – ou des créations sur mesure pour des designs plus contemporains, où la matière joue avec la lumière. Effets de matière encore associés à des effets de couleur en projetant des granulats colorés directement sur l'enduit frais...

Dans le même esprit, citons les solutions d'impression d'enduits de façade. Le principe repose sur des outils en relief qui, grâce à un mouvement de balancier, impriment en profondeur la surface d'un enduit monocouche spécifique, grâce à un mouvement de balancier. Une méthode ergonomique qui consomme moins d'enduit et où la perte de produit est également réduite puisqu'on ne gratte plus.

Évolution également du côté des procédés d'isolation thermique par l'extérieur (ITE) sous enduit qui s'adaptent aux nouvelles demandes des prescripteurs et contraintes réglementaires. Le développement d'une offre d'enduits épais « ITE compatibles » en fait partie.

### **Matérialité composite**

Solutions durables en phase avec les systèmes d'ITE, les bardages, vêtements et vêtages en matériaux composites ne sont pas en reste. Ces systèmes, comme leur nom l'indique, combinent les matériaux entre eux pour obtenir un assemblage final aux propriétés augmentées. C'est aussi un moyen d'économiser de



Photo : Rockpanel

▲ Des milliers de perforations rondes agrémentent ces panneaux de façade en laine de roche compressée Rockpanel, proposé en 126 coloris.

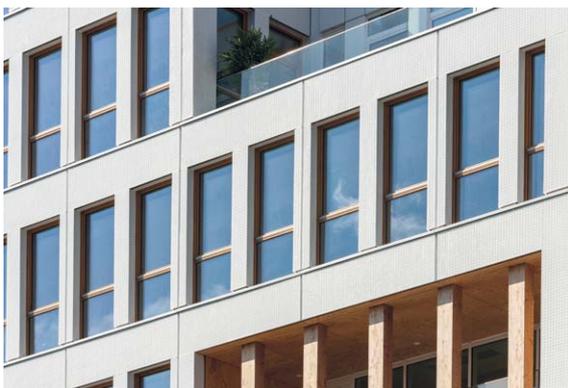


Photo : Manuel Panaget

▲ Bâtiment R+8 « Green Oak » (« chêne vert » en français), structure mixte bois-béton et façade à ossature bois, Arcueil (94) / Agences d'architecture Calq et Mootz & Pelé : mise en œuvre du système de bardage StoVentec SCM de STO, finition Glass Mosaic.



Photo : Christophe Pit

▲ Collège Michel-Ragon, Nantes (44) / Tetrarc Architectes : le profil de bardage asymétrique Eclectic 7.35.50B/ HB d'Arcelor se distingue par ses ondes aléatoires d'une profondeur de 50 mm, qui donnent un effet « code-barres » aux façades.

la matière noble en l'associant à une autre qui, moins esthétique, est donc dissimulée, mais qui renforcera certaines propriétés, telle la résistance mécanique, ou en apportera d'autres, comme la résistance au feu. Exemple avec le panneau bois composite constitué de matière plastique et de fibres de bois, voire de fibres végétales (chanvre, le bambou, la rafle de maïs...). Le tout est complété par des pigments pour la couleur, des additifs comme des agents antifongiques, des lubrifiants pour faciliter le process et une charge minérale.

Autre approche avec les panneaux en fibre-ciment, constitués de cellulose, de sable et de ciment, ou encore les panneaux composés d'une âme en résine polyester, souvent renforcée de fibres de verre et de charges minérales. Mais quel que soit le système, la tendance est aux revêtements qui jouent avec la lumière et animent les façades différemment selon la course du soleil. Idem avec les panneaux HPL qui, lorsqu'ils sont associés à une laine de roche compressée, peuvent être mis en œuvre sans bavette de recoupement, souvent jugée inesthétique. Cette option est admise par l'IT249, dès lors qu'un laboratoire agréé l'a validée par le biais d'essais Lepir II.

### Option métal

Si l'on considère les solutions façades métal, le constat est le même que pour le béton et la terre cuite : le métal doit se décarboner. En attendant, les

architectes ont de quoi s'exprimer, tant les options sont légion. D'abord dans le type de métal : acier, acier inoxydable, acier Corten, zinc ou encore aluminium. Ensuite, dans les systèmes : cassettes, panneaux sandwichs, bardage, résille... Avec en plus, la possibilité de réaliser des projets sur mesure ou de combiner des éléments en grande série. Ce foisonnement est dû, entre autres, aux progrès liés à la démocratisation des outils numériques. Ces derniers autorisent une décomposition des formes, qui facilite la constructibilité et la fabrication des éléments de façade. Grâce à eux, la matière, plus facilement travaillée, offre un coût acceptable dans la réalisation de formes plus ou moins complexes. C'est typiquement le cas pour les résilles, mantilles et autres voiles de métal très en vogue. Industriels et métalliers sont capables de concevoir des perforations et motifs divers, soit à partir de leur catalogue, soit à la demande sur la base d'un motif sélectionné par les concepteurs. Techniquement, il s'agit le plus souvent de systèmes de double façade ou de brise-soleil en métal perforé, déployé, tressé ou tissé, avec des effets de maille, de tôles plus ou moins ouvertes, et des motifs aléatoires, calepinés ou pixelisés avec soin. Ces peaux de métal offrent tout à la fois des jeux d'ombres et de lumière, tout en assurant la protection solaire, l'aération... Elles vont donc au-delà du simple geste architectural, elles trouvent aussi leur justification dans le service qu'elles rendent au bâtiment et à ses usagers. ●