lacite.eu

L'ENVELOPPE EN ACIER DANS TOUS SES ÉTATS !

Qu'elle soit partielle ou intégrale, l'enveloppe d'un bâtiment joue un rôle primordial dans la conception architecturale et l'ingénierie, surtout en termes de design et de technique. Avec ses nombreux produits et systèmes innovants, l'acier demeure le matériau adapté pour créer tous types de façades, couvertures et toitures, aux modénatures, textures et teintes illimitées. Contribuant à leur protection thermique et/ou solaire, l'enveloppe acier franchit un nouveau cap en misant pleinement sur la transition énergétique et la décarbonation.

Photo : Roland Halbe

Photo : Peter Mauss/Esto

Zénith de la Métropole Rouen Normandie ; architecte : Bernard Tschumi Architects.
La salle de spectacle est entourée d'une double coque en acier asymétrique et d'un parement cintré perforé en acier.

D'une manière générale, le terme d'enveloppe en acier du bâtiment se réfère aux façades et/ou aux couvertures d'édifices de toutes dimensions et destinations (logements, équipements culturels, sportifs, scolaires, bureaux et commerciaux, bâtiments logistiques…), traitées au moyen de divers produits et systèmes issus de la filière industrielle de la construction acier, en perpétuelle évolution. Cette thématique, qui concerne aussi bien les constructions neuves que les bâtiments existants à réhabiliter ou à rénover, s'appuie sur des solutions esthétiques et techniques innovantes, appropriées à chaque type d'ouvrage implanté dans un lieu donné. Les architectes peuvent travailler de façon pointue et imaginative l'esthétique et la modénature des façades, voire des couvertures, dans le cas d'une cinquième façade visible des édifices alentour. S'y ajoute un volet technique et environnemental incontournable afin d'assurer la tenue mécanique de l'enveloppe sous les différentes actions statiques et dynamiques (séismes), sa durabilité, sa performance en situation d'incendie, tout en isolant thermiquement et acoustiquement les façades et couvertures à partir d'une grande variété de produits et de systèmes adaptés.

BARDAGES VARIÉS POUR ÉCHELLES DÉMULTIPLIÉES

La conception innovante des façades en acier d'un ouvrage relève d'un design imaginé par les architectes, dans le but de les embellir, de les valoriser et de les protéger des affres du temps. De nombreuses possibilités créatives s'offrent à eux, à partir d'éléments en acier standard ou bien fabriqués sur mesure, dont les formes, textures et couleurs sont, elles aussi, infinies. Différents types de bardages en acier sont proposés par les fabricants, comme le bardage simple peau ou double peau (isolé avec un produit de nature diverse, laine minérale, isolant biosourcé) – à base de lames, clins ou cassettes –, ou à peau multiple (avec plusieurs couches d'isolants en laine minérale (laine de roche ou de verre)). Autres solutions, le bardage rapporté (apposé sur un mur béton ou autre) ou celui en panneaux-sandwichs à âme polyuréthane ou laine de roche (tous se fixant sur une ossature porteuse, les bardages étant non structurels). Ces bardages se plient à toutes sortes de configurations et morphologies d'édifices, dont certaines sont atypiques, comme *Les Poteries du Don*, un ensemble érigé en 2007 à Le Fel (12) par les architectes Jacques Lacombe et Michel de Florinier. En adéquation avec la fonction du lieu, ses cinq volumes cylindriques de diamètres variables (de 9 à 16 m) sont parés d'un bardage nervuré en acier laqué de ton cuivre s'inspirant des pots de terre. S'agissant d'opération expérimentale de logements, la *Cité manifeste* à Mulhouse (68), inaugurée en 2005, réinvente le logement social à travers 61 appartements atypiques. L'architecte Matthieu Poitevin y conçoit, pour sa part,

Photo : Guillaume Guérin

Pôle sportif de la Doller, Mulhouse ; architectes : DRLW.
L'équipement ovale est ceint d'une peau évanescente en métal perforé de ton doré, clin d'œil aux médailles et coupes sportives.

Photo : UNStudio

Théâtre Agora, Lelystad, Pays-Bas ; architectes : UNStudio.
La toiture enveloppante de forme complexe se plie, à l'image d'un origami géant, revêtu d'un bardage sculpté, texturé et orangé.

dix maisons groupées, bâties en béton et revêtues à l'étage de bardages nervurés de couleurs vives, une connotation industrielle peu courante dans l'habitat. À une échelle plus monumentale, la base de maintenance de l'Airbus A380 est érigée en 2009, à l'aéroport Roissy/Charles-de-Gaulle (IDF), par les architectes Jean Mas et François Roux des Ateliers 2/3/4/. De dimensions hors norme, spécifique à l'aéronautique, sa façade principale, de 100 m de longueur et 40 m de hauteur, est parée de plusieurs vêtures, dont un bardage nervuré gris.

DOUBLES PEAUX ET COQUES EN TOUS GENRES

Une autre esthétique de façade a trait à des techniques de différentes natures et modénatures (vêture, tôle perforée, résille, toile…) qui enserrent les bâtiments, avec un vide ménagé entre la structure intérieure et la peau extérieure. Cette disposition constructive a été appliquée sur bon nombre de stades et salles de spectacles pour des raisons de design, d'organisation spatiale et de protection thermique et acoustique. Le stade Pierre-Mauroy à Villeneuve-d'Ascq (59), bâti en 2012 par les architectes Valode et Pistre et Pierre Ferret, est entouré d'une peau en béton et d'une structure d'acier, sur laquelle se greffe une résille lumineuse en tubes de polycarbonate munis de Led. Autre expression pour les salles de spectacle *Zénith* : réalisé en 2001 par l'architecte Bernard Tschumi, le Zénith de Rouen (76) compte une ossature béton et une double coque en acier asymétrique, support d'un parement cintré en acier perforé, « l'entre-deux » servant de hall et de déambulatoire. Sur un principe similaire, le pôle sportif de la Doller à Mulhouse (68), réalisé en 2016 par DRLW Architectes, est ceint d'une peau évanescente en métal perforé de ton doré – clin d'œil aux médailles et coupes sportives – qui poétise le lieu. De même, le vélodrome de Saint-Quentin-en-Yvelines (78), bâti en 2012 par l'agence Chabanne et Partenaires, est pourvu de poteaux et voiles en béton, d'une charpente métallique et d'une enveloppe circulaire bien repérable, car revêtue d'un bardage irisé de ton bronze-cuivre captant la lumière. En matière de coque protectrice singulière, la double peau en acier autopatinable, rapportée en façade sud et ouvrant sur la cour de service du commissariat de police de Clichy-sous-Bois (93) conçu en 2011 par l'architecte Fabienne Bulle, sert de carapace sécuritaire au pan vitré de la façade. L'enveloppe est intégrale lorsqu'elle emballe un édifice en totalité et prend des formes simples ou complexes, voire sculptées. Ainsi, le terminal 2E de l'aéroport Charles-de-Gaulle à Roissy, conçu par l'architecte Paul Andreu, se love sous un long toit cylindrique pourvu de 152 arcs d'acier supportant une verrière et une voûte intérieure en bois.

Photo : Didier Boy de la Tour

Médiathèque Les 7 lieux, Bayeux ; architecte : David Serero.
Sa façade principale filtrante est pourvue d'une peau en tubes d'acier galvanisé laqué de diverses couleurs et d'un pan de verre.

La toiture enveloppante peut se complexifier et se plier, à l'image d'un origami géant, tel le théâtre Agora de Lelystad qui, érigé en 2007 aux Pays-Bas par l'agence UNStudio, est revêtu d'un bardage sculpté, texturé et orangé.

DES BRISE-SOLEIL… À LA VÉGÉTALISATION

Dans la prise en compte du développement durable, la protection solaire constitue un atout essentiel du traitement des façades, avec la pose de brise-soleil de divers types ou d'une végétalisation adaptée. La médiathèque Les 7 lieux à Bayeux (14), conçue en 2021 par l'architecte David Serero, affiche une façade principale filtrante munie d'une peau en tubes d'acier galvanisé laqué de diverses couleurs – en rappel des fils en laine de la tapisserie –, et d'un pan de verre. Une configuration de double peau différente pour la résille pare-soleil arrimée à une charpente acier et placée devant une ossature béton, comme pour le multiplexe Megarama Nice (06) réalisé en 2021 par les architectes d'In Situ, Michel Benaïm et Sophie Nivaggioni. La structure en cadres d'acier reçoit une résille en cassettes d'acier dorées qui, découpant des mots, anime les façades et filtre la lumière. Autre dispositif de tamisage de la lumière sur le pôle Simone-Veil du Havre (76), bâti en 2022 par K Architectures, dont la façade principale arbore quatre pignons revêtus de cassettes d'inox poli miroir créant une pixellisation d'ensemble inédite. Façade végétalisée oblige, *Villa M*, construite en 2021 dans le 15e arrondissement parisien (75) par l'agence d'architecture Triptyque et l'atelier de paysage contemporain Coloco, est un cas atypique. Cet hôtel multifonctionnel expose une façade urbaine épaisse qui allie un exosquelette d'acier à des jardinières plantées, et crée un mégajardin vertical de protection vis-à-vis de la pollution et du bruit ambiant.

TEXTURES ET COULEURS : CRÉATRICES D'IDENTITÉS

La qualité architecturale étant indissociable de son expression plastique et esthétique, les produits en acier mis en œuvre offrent des textures (matité, brillance, perforation, plissage…) et des couleurs d'une haute variété, que ce soit pour des bardages laqués ou en inox, des résilles et mantilles ou des toiles tendues. Si ces éléments métalliques transfigurent les édifices et leur octroient une identité forte, ils font également office d'écrans protecteurs vis-à-vis de l'environnement et des riverains. La Cité du train à Mulhouse (68), musée ferroviaire rénové en 2005 par les architectes François Seigneur et Sylvie de la Dure, se pare d'un patchwork de bardages multicolores qui anime l'immense cimaise de façade. Dans un registre assez proche, le cinéma Jean-Claude-Carrière, bâti en 2019 à Bédarieux (34) par A+ Architecture, affiche des façades vivantes, habillées d'un bardage à ondes carrées verticales en quatre tons vifs. De même, le centre commercial Waves Actisud à Moulins-lès-Metz (57), conçu par l'architecte Gianni Ranaulo en 2014, déploie une façade courbe et un toit ondulant revêtus de plaques d'inox recuit brillant, créant des effets miroirs mouvants du paysage et du ciel. Une modénature différente pour le Zénith Europe de Strasbourg et le Zénith Amiens Métropole, conçus respectivement en 2007 et 2008, par l'architecte Massimiliano Fuksas. Ces deux salles ovales sont enserrées de toiles orange et rouges qui marquent le paysage urbain, à l'instar de lanternes géantes.

INTERVENTIONS CIBLÉES SUR LE BÂTI EXISTANT

En réhabilitation ou rénovation de bâtiments existants, les interventions de toutes natures engagées concernent le re-

DR

La *Samaritaine*, Paris (1er arr.) ; Henri Sauvage et Frantz Jourdain, architectes. La verrière à ossature métallique d'origine du magasin 2 a été restituée à l'identique et dotée de vitrages performants inondant de lumière l'espace commercial remanié.

modelage et l'isolation des façades et/ou des toitures, et également l'extension de parties, ainsi que la restauration ou l'ajout de verrières, dans une optique d'amélioration des performances énergétiques. De multiples exemples d'édifices historiques sont soumis à des interventions ciblées. Concernant l'ajout de verrières, le couvent des Franciscaines (1876) à Deauville (14) a été rénové en 2020 par l'agence Moatti-Rivière, la cour du cloître ayant été couverte d'une verrière carrée à ossature métallique qui met à l'abri l'espace investi. En revanche, dans la BNF Richelieu à Paris, rénovée par Bruno Gaudin Architectes et livrée en 2022, la verrière de la salle ovale et sa fine structure d'acier ont été restituées à l'identique, l'ajout de verres clairs permettant une pénétration optimale de lumière naturelle. De même pour les édifices parisiens de la *Samaritaine*, érigés de 1905 à 1928 par les architectes Henri Sauvage et Frantz Jourdain avant d'être l'objet d'une rénovation hors norme et fidèle à l'histoire des lieux. La verrière à ossature métallique originelle du magasin 2 (Jourdain) restructuré a été restaurée à l'identique et dotée de vitrages plus performants inondant de lumière l'espace commercial qui a vu sa structure en métal valorisée et ses décors uniques restaurés.

RELEVER LES DÉFIS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET DE LA DÉCARBONATION

Pionnière et atteignant, aujourd'hui, des niveaux élevés de maturité technologique, la filière acier-construction s'investit pleinement dans les défis majeurs de la transition environnementale et de la décarbonation. Indispensables à la production d'énergies renouvelables, les solutions acier s'imposent dans le photovoltaïque avec tout un dispositif de montage de panneaux solaires en couverture. L'expertise de la filière permet d'offrir également toute une gamme de profils de toitures spécifiques intégrant l'ajout de modules photovoltaïques ou de surtoiture esthétique. L'association L'Enveloppe Métallique du Bâtiment propose quelque 28 FDES collectives d'enveloppe acier, consultables sur la base Inies, dont deux à système complet (système double peau de bardage et système double peau de couverture). Elle déploie également de nouvelles solutions bas carbone d'enveloppe acier intégrant des isolants biosourcés. Dans le cadre du projet Profeel 2, elle développe un nouveau système double peau de bardage avec un isolant en fibre de bois et des écarteurs bois ainsi qu'un système de couverture double peau avec un isolant en fibre de bois et des fausses pannes bois. Le projet prévoit une série d'études et d'essais (calculs thermiques, mécaniques, réaction au feu, acoustique) et la production des FDES des deux systèmes innovants. En route vers la neutralité carbone fixée à 2050, le groupe ArcelorMittal a lancé XCarb, un programme mondial d'innovation sidérurgique qui rassemble tous les produits et toutes les activités de fabrication d'acier à teneur réduite, faible et nulle en carbone. Trois premières initiatives sont d'ores et déjà lancées : des certificats acier vert XCarb offrant à ses clients des réductions de leurs émissions de scope 3, « XCarb de sources recyclées et renouvelables », une gamme de produits novateurs avec un CO_2 équivalent réduit jusqu'à 300 kg par tonne (0,3 kg CO_2éq./kg d'acier) pour les structures et autour de 1 000 kg $C0_2$éq pour les aciers prélaqués pour les enveloppes, enfin, un « fonds d'innovation XCarb » pour des technologies révolutionnaires vers une sidérurgie neutre en carbone. Ateliers 3S est, quant à elle, la seule entreprise en France aujourd'hui à proposer l'ensemble de sa gamme de bardage réalisé dans des bobines disposant d'un Green Steel Certificat XCarb. C'est le premier pas vers un acier décarboné.

L'*AREN'ICE* À CERGY-PONTOISE UN CRISTAL TAILLÉ DANS LA GLACE

Située à Cergy-Pontoise et dimensionnée pour les Jeux olympiques, l'*Aren'Ice*, qui abrite deux patinoires de 1 800 m² chacune – l'une ludique, l'autre de compétition – est la plus grande patinoire de l'Hexagone. Réalisé en 2016 par l'agence Chabanne et Partenaires, cet équipement de 15 200 m², polyvalent et modulable, propose une capacité d'accueil de 3 000 à 5 000 personnes. Il est destiné à des compétitions internationales de patinage et à d'autres pratiques sportives (handball, volleyball, tennis…), ainsi qu'à des évènements culturels (théâtre, concerts…). Exploité par l'UCPA, l'édifice abrite également des locaux administratifs voués à des clubs et des associations, des espaces VIP et le siège de la Fédération française de hockey sur glace. « *Tel un bloc de glace, l'édifice présente une architecture à la volumétrie ciselée,* précisent les architectes de Chabanne. *Les activités sont enveloppées d'un manteau blanc en métal aux teintes irisées.* » La structure mixte du bâtiment, implantée selon une trame de 5,40 m, se compose de voiles béton et d'une charpente métallique coiffée d'une toiture. Si le socle de l'ouvrage est paré d'un revêtement minéral gris foncé, les deux étages sont habillés d'un « manteau ivoire » en bandes de métal blanc évoquant la neige. Réelle cinquième façade, la toiture, sculptée et dotée d'angles à facettes et de dévers, comprend une TAN (tôle d'acier nervurée au sens du DTU 43.3) perforée et un complexe acoustique avec une membrane sur étanchéité. Ces revêtements sous Avis technique sont mis en œuvre sur une isolation thermique par l'extérieur pour assurer un haut degré de performance à l'enveloppe intégrale.

Photos : Guillaume Guérin

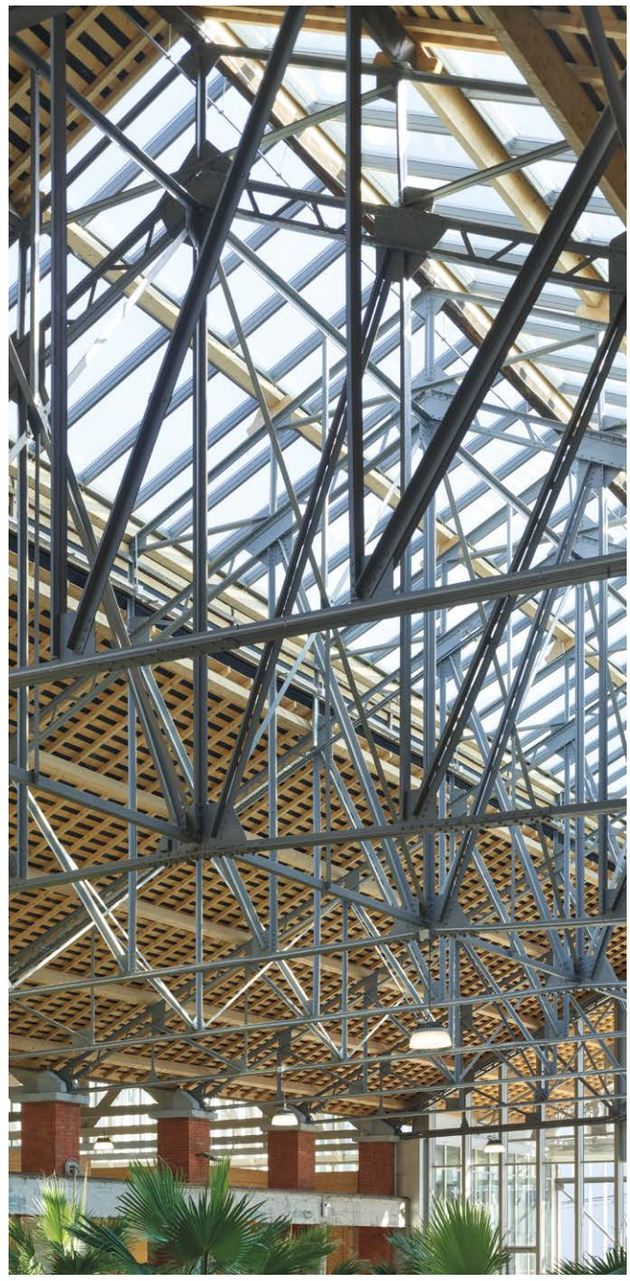
Photo : Sergio Grazia

LA MÉDIATHÈQUE DU MARSAN À MONT-DE-MARSAN VOLUME IMMATÉRIEL ET BIOCLIMATIQUE

Au nord-est de la ville de Mont-de-Marsan, prend place la médiathèque du Marsan réalisée en 2013 par l'agence archi5. Inscrit sur une place urbaine ordonnancée, le bâtiment carré de 45 m de côté et de 4 750 m² de surface s'élève sur deux niveaux. Il abrite quelque 100 000 livres, 12 000 CD musicaux, 6 000 DVD et 32 postes informatiques ainsi qu'un auditorium de 120 places. Il comprend un rez-de-chaussée qui s'organise autour d'un patio à ciel ouvert, dont le dessin s'inspire des fameuses feuilles d'acanthe du peintre Henri Matisse. Cette aire centrale à double hauteur, autour de laquelle gravitent les quatre pôles de l'équipement culturel, est dotée d'une structure à poteaux en acier laqué blanc, qui borde chacune de ses quatre branches en écho aux forêts de pins des Landes de la région. Totalement vitré, il apporte aux différents espaces internes de la lumière en abondance et crée de multiples transparences. Construit en ossature béton, le bâtiment se compose d'une première peau devant laquelle est installée, sur les façades sud et ouest, une double peau vitrée, thermique et respirante, qui ménage *« un entre-deux, propice à réguler les variations de température importantes du sud de la France »*, indique Jacques Sebbag, architecte associé d'archi5. La résille géante de la façade se compose d'une fine structure en tubes d'acier galvanisé laqué noir (52 x 180 mm) et de vitrages en losanges (3 x 4 m) posés directement dessus, ce qui représente une prouesse technique. Quant à la toiture plate, elle est formée d'un complexe d'étanchéité couvert d'une végétalisation.

RÉHABILITATION DE LA CITÉ LATÉCOÈRE À TOULOUSE
PARURE MÉTALLIQUE À EFFETS CINÉTIQUES

Érigées de 1917 à 1918 à Toulouse par l'industriel Pierre-Georges Latécoère, les trois halles des usines du même nom (26 x 120 m) abritent les premières constructions aéronautiques du lieu, où sont montés des avions de guerre, puis des avions commerciaux et aéropostaux. En partie détruites lors du bombardement allié d'avril 1944, il ne reste que la structure acier de la halle centrale, alors que les deux autres sont rebâties en béton afin d'y produire les bombardiers de Louis Breguet, puis de servir d'entrepôts à Air France. Classées au titre des monuments historiques en 1997, ces halles sont reconverties, en 2020 par l'atelier Taillandier Architectes Associés, en une cité des *startups* (13 954 m²) dotée d'espaces de *coworking*, de salles de réunion, d'une salle de conférences de 200 places, d'un restaurant, d'un fab lab et d'un hall évènementiel assorti d'un jardin tropical occupant la nef centrale. Le vaste volume de celle-ci se glisse sous sa charpente en métal originelle, restaurée à l'identique, avec les lanterneaux et la couverture refaits et isolés. Quant aux deux halles latérales, aux profils cintrés redécouverts, leurs façades principales (nord-est) sont réinterprétées selon *« un principe de façade légère par le biais de lames verticales torsadées qui laissent deviner, par la position de la vrille, l'impression des anciennes voûtes »*, précise l'architecte Pierre-Louis Taillandier. Un principe repris pour la façade sud-ouest bordant la voie ferrée qui se pare de brise-soleil en lames horizontales de métal se retournant en une marquise protégeant l'accès latéral (sud-est).



Photos : Roland Halbe