

# La construction métallique veut séduire l'habitat



La construction métallique dédiée à la maison individuelle et au petit collectif ne demande qu'à se développer.

**D**epuis longue date, la construction métallique présente trois facettes. La première image est celle d'ouvrages hors normes, nés de la Révolution industrielle du XIX<sup>e</sup> siècle. Le métal est plébiscité pour les bâtiments d'exception et les grands volumes. Dans les années 1920 et 1930 du siècle dernier, les Américains montrent la voie de l'exception métallique, avec les immeubles de très grande hauteur, une technique qui s'imposera durablement et partout dans le monde, du moins pour ce type d'ouvrages. La deuxième image est plus récente et plus basique, c'est celle de bâtiments tertiaires, modulaires, industriels, de stockage... à vocation d'abord utilitaire. L'acier est retenu pour des raisons de rapidité de montage, de résistance mécanique, de grandes portées. La troisième image est plus floue, c'est celle de la construction métallique destinée à la maison individuelle et au petit collectif. Très tôt (trop tôt ?), un certain Gustave Eiffel dépose un brevet démontrant

la pertinence de la construction métallique adaptée à la maison individuelle et réalise quelques maisons en ossature acier. Au moins deux exemplaires sont encore existants : un en très mauvais état à Poissy en région parisienne, l'autre mieux conservé, à proximité de Château-Queyras dans les Hautes-Alpes. Mais cette technique reste de nos jours relativement peu représentée. Il y a bien sûr le système Phénix, et depuis les années 1990, le procédé Styltec, issu d'un partenariat incluant, entre autres, Arcelor et Placoplatre. Aujourd'hui, les maîtres d'ouvrage et les architectes s'emparent de plus en plus souvent de cette technique et démontrent que la construction à ossature métallique est une alternative possible à la construction traditionnelle. [Lire aussi le reportage "Une première architecturale pour la capitale", immeuble rue Myrha, à Paris, en p. 32].

Dossier réalisé par Gérard Guérit

# Quelle place pour la construction métallique ?

La France a d'abord une culture du béton, ce qui explique en partie les difficultés qu'a la construction métallique à s'imposer, dès que l'on s'éloigne des ouvrages d'exception ou au contraire purement utilitaires. Les architectes sortent de leurs études avec une culture "béton", les grands groupes comme Bouygues ou Vinci ont cette même approche, seul Eiffage, avec sa branche (anciennement) Eiffel, possède une filiale "métal" intégrée. Mais là encore, on se réfère plus à des chantiers emblématiques, comme par exemple le musée des Arts Premiers ou la Fondation Louis Vuitton, qu'à des opérations de constructions plus courantes, comme si l'acier n'avait pas sa place, en tant que structure pour des maisons individuelles ou de l'habitat collectif.

Les promoteurs et les prescripteurs de l'ossature acier mettent en avant un certain nombre d'atouts. En premier lieu, ils estiment que l'ossature acier offre les mêmes avantages que l'ossature bois, sans les inconvénients liés à l'humidité, aux attaques xylophages... Comme pour la construction bois, ces structures, particulièrement légères, s'accommodent de fondations réduites et de sols peu porteurs. Ensuite, les constructions en acier autorisent des portées très importantes pour des sections très réduites, avec des possibilités d'aménagement très souples, sans contraintes de poteaux et de murs de refend. Enfin, comme pour l'ossature bois, la construction métallique est rapide, dépend peu des conditions atmosphériques et présente des qualités de souplesse et de résilience utiles dans les régions sismiques. On peut ajouter une démarche très industrielle, qui amène à des produits finis



Il y a plus de cent ans, Gustave Eiffel proposait un système constructif à ossature métallique. Ici la maison de Poissy dans les Yvelines.

assemblés avec précision et rigueur. Si l'on observe les procédés actuellement diffusés, on retrouve les mêmes dénominateurs communs : rapidité de montage, composants protégés en usine et sans entretien, assemblage sans surprises sur chantier, réponse sans surcoûts aux règles sismiques.

### Références reconnues

Le procédé Phénix est le plus ancien et le plus répandu des systèmes constructifs à structure métal. C'est un procédé simple, constitué de profilés métalliques boulonnés entre eux, sur lesquels sont fixés mécaniquement des panneaux de béton. Au fur et à mesure des années, l'isolation s'est renforcée pour répondre à l'évolution de la réglementation thermique. Les panneaux, dont les joints étaient à l'origine laissés apparents, ont bénéficié par la suite d'un traitement par enduit, qui donnera à ces constructions un aspect parfaitement "traditionnel".

Plus récemment, Phénix Evolution, une entité dédiée à la rénovation, a mis au point un procédé spécifique-

Le système Phénix, le plus ancien et le plus diffusé des procédés à ossature acier.

ment conçu pour la surélévation des constructions fabriquées selon le système Phénix. Le montage est très simple, puisque tous les éléments de la surélévation sont au module de la partie existante, y compris les panneaux de béton qui s'alignent parfaitement sur ceux mis en place il y a 10, 20, 30 ou 40 ans, le module n'ayant jamais varié dans le temps. Le procédé Styltech, mis au point dans les années 1990, résulte de l'association de trois concepts. D'abord la structure, réalisée à partir de profilés en acier galvanisé, assemblés

par vis auto-perceuses ou boulons. Ensuite, l'habillage intérieur, qui fait appel à la technologie de la plaque de plâtre sur ossature métallique, solution éprouvée et reconnue pour ses performances, sa souplesse et la



qualité des finitions qu'elle autorise. Et enfin, l'enveloppe extérieure qui se décline à volonté avec tous les matériaux souhaités : enduits, bardages, parements agrafés... Ce procédé, objet de réalisations régulières, est plébiscité pour plusieurs raisons : la facilité de réponse de l'ossature acier aux contraintes sismiques dans les régions concernées, la rapidité de mise en œuvre, ainsi qu'un niveau de qualité souvent difficile à obtenir avec des méthodes de construction traditionnelles. Ce procédé autorise également toutes les architectures sans limitation de formes, même si les règlements locaux imposent souvent des contraintes qui ne facilitent pas l'innovation esthétique.

### Aussi en modulaire

Il faut enfin mentionner les tentatives de fabricants de structures modulaires, qui adaptent leurs fabrications aux contraintes de l'habitat. Les exemples sont nombreux, mais le travail réalisé par Bodard, visant à gommer au maximum l'origine modulaire, est particulièrement intéressant. Ce fabricant de constructions modulaires a présenté, il y a quelques années, une maison baptisée "Inov". Les modules, de 2 à 7 selon la maison, de 3,50 m x 7 m et d'un poids unitaire de 10 t, sont livrés par camion au gabarit normal. Ils sont ensuite montés et assemblés par grue en 3 h. Issu du concept de la construction modulaire industrialisée, ce type de projet bénéficie de la technique de construction sur ossature acier et des avantages de la filière sèche : rapidité de pose, rigueur de fabrication, mais aussi atout d'un interlocuteur unique pour le client final.

La construction métallique peine à trouver son marché, lorsque l'on se cantonne à la maison individuelle et au petit collectif. L'argument de la tradition (pays de maçons) ne tient pas, si l'on observe le développement continu de la construction bois, essentiellement dominée par l'ossature bois, comparable dans le principe à l'ossature acier. De plus, l'acier présente l'atout d'une insensibilité totale aux attaques que connaît le bois, seule la protection à la corrosion se doit d'être traitée de façon sérieuse, une fois pour toutes en usine.



Le procédé Styltech, une intégration complète de tous les composants

D'autres systèmes de construction métallique pour la maison individuelle et le petit collectif sont aujourd'hui présents sur le marché, grâce à la demande naissante des maîtres d'ouvrage et d'architectes séduits par cette solution. Les entreprises proposent un large choix d'esthétiques (traditionnelles et modernes) et de performances adaptées aux différentes régions

de France. Même les solutions en kit sont au catalogue de certains constructeurs.

### Un marché en devenir ?

La faiblesse du développement de la construction à ossature acier semble d'abord provenir de freins psychologiques, mais aussi des cours de l'acier, dont la tendance depuis plu-



Les fabricants de structures modulaires font des propositions régulières vers la maison individuelle.



La maison à ossature métallique s'adapte parfaitement à l'architecture contemporaine.  
Ici une maison à ossature ModuHome, <http://www.moduhome.be>

sièurs années n'est pas vraiment à la baisse. Consciente de ces résistances, l'association Acier Construire a édité un guide, destiné aux économistes de la construction comme aux professionnels du bâtiment en général. Cet ouvrage, intitulé "*Economie et solution acier*" permet de calculer les coûts des principales fonctions d'un bâtiment réalisable en acier. Au-delà de ces limites, réelles ou supposées, d'autres paramètres paraissent favorables à court terme aux techniques à ossature, à commencer par un manque récurrent de main-d'œuvre qualifiée. La difficulté

à attirer les jeunes vers les chantiers privilégie naturellement ces techniques, qui limitent les interventions sur chantier. Particulièrement dans les régions aux hivers rudes, il est généralement moins difficile de recruter du personnel pour un travail en atelier, que pour des postes comparables sur chantier. Autre avantage, ces systèmes limitent fortement les déchets de chantier, un poste de plus en plus coûteux et complexe à gérer. Les entreprises peuvent être livrées juste à temps pour le montage, réduisant les besoins de stockage sur le site. Les

chantiers sont sans déchets, propres, secs et sans poussière. Dans les centres-villes, les voies publiques adjacentes sont moins encombrées, la circulation moins perturbée, le bruit sensiblement réduit. Enfin, dans une société devenue très évolutive, le domaine bâti est susceptible d'être plusieurs fois modifié au cours de son existence. Les constructions de type poteaux-poutres simplifient ces évolutions, en réorganisant une construction à partir de sa structure ou encore en exploitant autrement tout ou partie de ces éléments constitutifs.

## Evolution imminente pour les Eurocodes

Les Eurocodes forment la ligne directrice du calcul des structures en béton, en acier, en bois, en aluminium... Ils constituent un ensemble de 58 normes européennes, d'application volontaire, harmonisant les méthodes de calcul utilisables pour concevoir et dimensionner des bâtiments, quels que soient les types d'ouvrages ou de matériaux. Ces normes européennes se substituent aux codes nationaux. Elles permettent notamment aux acteurs de la construction française d'accéder aux marchés des autres pays membres de l'Union européenne.

Une partie de la série d'Eurocodes structuraux, EN 1990 à EN 1999, soit une trentaine de normes européennes d'application volontaire, est entrée dans sa phase d'examen systématique au niveau européen.

Les experts français, via l'Afnor, se mobilisent pour prendre en compte les retours d'expérience.

Le contenu de tous les "Eurocodes structuraux" a été soumis à examen jusqu'à fin septembre dernier. Les retours d'expérience des utilisateurs permettront de décider, au niveau européen, de l'opportunité de mettre à jour, ou non, ces documents utiles aux professionnels de la construction. Quelles clauses exigent une correction rédactionnelle ou technique ? Quelles sont celles qui pourraient être clarifiées ? Le périmètre de la norme devrait-il être étendu ? Pourrait-on le réduire ? Certaines clauses mènent-elles à une construction non rentable ? Impliquent-elles un effort excessif de conception ? Autant de questions visant à améliorer les textes et à faciliter leur utilisation dans la continuité.

# Isolation **thermique** et **acoustique**

**L**a mise en place de la RT 2012, suivie des différentes contraintes liées à l'arrivée progressive de l'habitat passif, va peut-être dynamiser le développement de la construction métallique, dont la fabrication, très intégrée en usine, permet d'échapper en partie aux aléas du chantier classique, avec un standard de qualité et de précision d'assemblage qui devrait être optimisé. Ces paramètres ont pris en quelques mois une importance croissante, vis-à-vis des tests d'étanchéité à l'air qui n'ont pas fini de réserver quelques surprises.

## Atouts et limites

En termes d'isolation thermique et acoustique, la construction à ossature métallique présente des atouts et des limites proches de ceux des constructions à ossature bois. Les avantages sont connus, le plus important étant l'intégration en usine d'une grande part de l'assemblage des différents éléments, avec à la clef la certitude d'une mise en œuvre rigoureuse et précise. Ce dernier point est au centre de toutes les attentions, depuis l'imposition des tests d'étanchéité à l'air,



*Le PSE et l'isolation par l'extérieur : un couple gagnant en ossature acier.*

qui mettent en exergue les assemblages approximatifs.

Les limites sont aussi connues, en particulier une inertie réduite, source d'inconfort potentiel en été. Des solutions sont possibles, depuis la conception des bâtiments (orientation, brise-soleil, végétation protectrice, puits canadien, venti-

lation nocturne forcée...), jusqu'au traitement de l'enveloppe. Par exemple, pour un projet réalisé sur la Côte d'Azur et basé sur le procédé Styltech, l'isolation s'effectue par l'extérieur, avec des panneaux de polystyrène expansé recouverts d'une finition enduite. Du fait de l'épaisseur des montants métalliques, un complément d'isolation à base de laine minérale est mis en place dans l'épaisseur de l'ossature, sans pour autant diminuer la surface habitable. On obtient ainsi une épaisseur d'isolation élevée pour la région : 250 mm en combles et 140 mm en parois verticales.

## L'acoustique, sujet sensible

L'isolation acoustique, qu'il s'agisse de l'isolation entre planchers ou entre les différentes pièces d'un local, peut être délicate à traiter. Comme pour les constructions à ossature bois, le traitement acoustique des planchers peut être obtenu à l'aide de planchers collaborants acier/béton. On peut également créer un plafond suspendu en plaques de

*Les isolants fibreux restent très utilisés en isolation intérieure, autant pour des besoins thermiques qu'acoustiques.*





L'ossature métallique est aussi un support parfait pour les isolants en fibre de bois.



plâtre, le plénum étant rempli d'un isolant fibreux, ce qui permet de rester sur la filière sèche. Les cloisons séparatives intérieures, montées sur profilés métalliques, reçoivent également dans leur épaisseur un isolant fibreux, pour assurer un confort suffisant au sein d'une même maison ou d'un appartement.

Les séparatifs entre logements (maisons en bande, petits collectifs...) sont plus complexes à traiter. Certains prescripteurs s'orientent alors vers des structures mixtes acier/béton, le béton étant retenu pour les infrastructures et les murs de refend, ce qui permet de traiter à la fois la contrainte acoustique, tout en simplifiant la résolution du contreventement.

De l'avis des promoteurs de l'ossature acier, avec une maison bien orientée, il doit être possible dans ces conditions de se passer de climatisation et de se contenter, même dans les régions les plus chaudes, d'un système de plancher chauffant / rafraîchissant. Les isolants ne diffèrent pas de ceux utilisés pour des applications plus courantes. Les isolants fibreux sont majoritaires, le PSE plutôt privilégié pour les façades traitées en isolation par l'extérieur. Pour optimiser l'inertie thermique, point sensible des constructions à ossature, certains prescripteurs se tournent vers les laines de bois, reconnues pour leurs qualités de déphasage, et par suite favorables à l'obtention d'une meilleure inertie thermique.

## Les rupteurs de ponts thermiques

Les structures à ossature métal génèrent aussi des ponts thermiques, particulièrement au niveau des cornières de l'ossature. Plusieurs méthodes permettent de les réduire ou de les supprimer. Les ponts thermiques peuvent être partiellement corrigés, en faisant passer les isolants devant les cornières. Quelques fabricants de structures métal proposent des cornières étudiées à cet effet. Elles comportent des découpes en leur milieu, là où les efforts mécaniques sont les plus réduits, afin de limiter les échanges thermiques à ce niveau. Des recherches allant dans le même sens sont également réalisées par des promoteurs de la construction métal, mais aussi chez les fabricants d'isolants.

Les producteurs de rupteurs de ponts thermiques ne sont évidemment pas en reste. Schöck propose, par exemple,



Le rupteur proposé par Schöck est composé d'acier inoxydable, les possibilités de raccords sont multiples.

un rupteur acier/acier (Schöck Isokorb) qui assure l'isolation thermique et le transfert des sollicitations en construction métallique. Cette solution est présentée comme la technique de pointe pour éviter les ponts thermiques dans les constructions métalliques. Ces rupteurs sont composés d'acier inoxydable, les possibilités de raccords sont multiples. L'élément KST reprend le moment fléchissant et l'effort tranchant dans le cas de structures métalliques en porte-à-faux, le module KST-QST reprend l'effort tranchant dans le cas de structures soutenues.

# Bardages, couvertures et menuiseries

Qu'il s'agisse des façades, des couvertures ou des menuiseries, la construction à ossature métal, lorsqu'elle est destinée à l'habitat, reste majoritairement classique pour tout ce qui est visible. Sauf exception et démarche architecturale spécifique, les concepteurs cherchent assez peu à laisser apparente la structure métallique. On retrouve la "timidité" constatée il y a une quinzaine d'années avec le bois, lorsqu'il fallait à tout prix le cacher, et recouvrir les façades d'enduits pour espérer connaître le succès.

## Façades : l'essor des bardages

Les systèmes à ossature métal présentent l'avantage, comme leurs homologues à ossature bois, de pouvoir recevoir n'importe quelle "peau" extérieure, dont la multiplicité des systèmes de bardages disponibles sur le marché.

Quelle que soit leur matière, le principe de base des bardages est toujours le même. Une ossature secondaire, métallique ou en bois, est fixée sur l'ossature principale. Sur cette ossature secondaire est accrochée au moyen de clous, de vis, de crochets... [lire aussi notre article "Fixations pour bardages" en p. 53] une peau extérieure qui peut être de différentes natures : en bois, en métal, en ardoise, en béton, en fibres-ciment, en tavaillons..., la liste est pratiquement illimitée.



Le bardage métallique n'en finit plus de s'embellir.

Toujours dans une recherche d'insertion, de discrétion ou de contraintes de règlements locaux, les techniques du bardage permettent aussi des finitions de type "enduits". Une armature en métal déployé est alors fixée sur l'ossature primaire, elle est ensuite recouverte d'un enduit projeté qui peut prendre différents aspects : structuré, lissé ou gratté.

Les bardages métalliques ont pendant longtemps été associés à l'image de la tôle, nervurée ou plane, destinée aux bâtiments industriels et hangars. Les fabricants n'ont pas ménagé leurs efforts pour développer leurs gammes et répondre aux nouvelles exigences esthétiques en termes de textures et de couleurs. Le bardage métallique peut donc être sous forme de lames ou profils en acier galvanisé, en cuivre ou en zinc, plus rarement en aluminium et inox. Les aspects sont variés : nervuré, ondulé, galvanisé, perforé, patiné..., avec des finitions laquées ou avec un revêtement plastique. La pose s'effectue à l'horizontale, verticale ou en biais, par un professionnel. Compte tenu du prix, son emploi est limité dans les maisons individuelles. Il se développe davantage dans les logements collectifs, notamment grâce au développement de l'isolation thermique par l'extérieur.

## Couvertures : le métal tente une percée

Toujours dans une démarche "habitat", les couvertures des constructions à ossature métallique restent assez traditionnelles : tuiles terre cuite ou béton dans les régions à dominante "rouge", ardoises naturelles ou fibres-ciment, voire tuiles noires dans les régions de tradition d'ardoise. Le bac acier à la côte dans les régions aux climats rudes. Les toitures métalliques en panneaux, qui imitent les profils des tuiles ou des ardoises, connaissent un léger regain d'intérêt, mais restent encore très cantonnées à des marchés de niches.

L'isolation des couvertures reste également assez classique. Pour un entrepreneur, le produit idéal est économique, ne génère pas d'après-vente, se stocke facilement. Il est disponible chez n'importe quel



les configurations, ces systèmes démontrent la pertinence d'une approche globale, tant en termes de performances thermiques, d'encombrement, de qualité ou de coût.

Les constructions à ossature métal se distinguent souvent par des grandes portées et des surfaces vitrées importantes. Les concepteurs visent naturellement à privilégier le clair de jour et se tournent logiquement vers les profilés acier et surtout aluminium, qui présentent un ratio finesse/rigidité optimal. Les baies coulissantes sont plébiscitées, avec une tendance forte pour les versions à galandage, lorsque les façades présentent suffisamment de surfaces pleines, pour pouvoir intégrer les vantaux en position ouverte. Idéalement, les menuiseries devraient pour des raisons thermiques être posi-

négociant et se met en œuvre sans difficultés, avec des outils simples et dans le cadre d'une main-d'œuvre parfois insuffisamment qualifiée. C'est ce qui explique le succès des mises en œuvre classiques, y compris avec des structures à ossature métal. Le couvreur assure la pose de la couverture et le plus souvent de l'isolation.

*Les couvertures restent le plus souvent très classiques, essentiellement pour des raisons d'intégration dans l'environnement immédiat.*

### Menuiseries : l'aluminium plébiscité

Les solutions qui visent à simplifier la pose et à optimiser les performances thermiques restent minoritaires. C'est le cas des panneaux supports de couverture et des sarkings. Par contre, les complexes incorporant des écrans HPV (haute perméabilité à la vapeur d'eau) qui permettent de supprimer la lame d'air et donc de gagner de la place, se banalisent. Même s'ils ne sont pas utilisables dans toutes



*Les baies coulissantes en aluminium sont privilégiées, elles allient rigidité et optimisation du clair de jour.*



tionnées au nu extérieur des façades. Cette configuration, très présente en Allemagne et dans les pays scandinaves, ne fait pas partie des habitudes françaises. Les tableaux et les linteaux sont par la suite habillés de façon classique, avec là encore toutes les contraintes de découpe, d'ajustements... et de points faibles potentiels dans la durée.

Bien que moins représentés, le PVC et même le bois se retrouvent sur les constructions à ossature métal, pour les mêmes causes qu'en construction traditionnelle : le PVC pour des raisons de coût et d'absence d'entretien, le bois pour ses qualités naturelles d'isolation et d'aspect. ■

## La percée des planchers collaborants



©Gérard Guérin

Les planchers collaborants ajoutent les performances de l'acier à celles du béton.

La technique du plancher collaborant consiste à additionner les performances de deux matériaux, essentiellement le bois et le béton, ou l'acier et le béton, en neuf comme en rénovation. Dans le cas de constructions à ossature métal, l'apport de cette technique est double, voire triple. Elle permet d'augmenter les performances mécaniques du plancher pour une épaisseur réduite, elle résout simplement les contraintes acoustiques : réduction de la transmission des bruits aériens et des bruits d'impact, elle apporte une protection au feu significative, qui permet de répondre à la réglementation contre l'incendie, dans le cas d'habitat collectif par exemple.

La collaboration repose sur la liaison entre le bac acier et le béton, assurée par les embossages empêchant le glissement relatif entre les deux matériaux. Tout type de revêtement peut ensuite être posé sur la face supérieure en béton. Pour l'entreprise, c'est aussi la suppression de charges lourdes à transporter, l'emboîtement des tôles autorisant le transport de surfaces importantes de plancher pour un encombrement limité. La pose est rapide et les fabricants mettent en avant, en plus des avantages déjà cités, un coût global inférieur à d'autres solutions.

Certains systèmes permettent également d'incorporer un isolant, généralement de la laine de roche, dans l'épaisseur du bac acier. Cette option est à retenir pour répondre à des besoins spécifiques en termes d'isolation thermique, par exemple pour isoler le plancher bas d'un sous-sol non chauffé, ou pour améliorer la performance acoustique d'un plancher.

## STOP aux ponts thermiques ?

C'est possible !



LA solution : IT-Fix



### Rupteurs thermiques

pour que vos manteaux isolants restent de la haute-couture

#### Performant :

- Jusqu'à 7 tonnes en traction
- $\chi = 0,0025 \text{ W/K}^*$ , valeur inégalée
- $U_{\text{façade}}$  optimisé

#### Économique :

Coordination de chantier facilitée

#### Français :

Conçu et produit 100% en France



www.it-fixing.com

\*pour un IT-F16220 - IT Fixing, une marque déposée par SIT-AB

### CANEXEL®

Les avantages du bois, les inconvénients en moins



### DURACOLOR®

L'esthétique du bois, la durabilité du ciment



### SMARTSIDE®

Bois structuré, résistance à toute épreuve



### BARDAGES SCB

REVÊTEMENTS INNOVANTS POUR ISOLATION PERFORMANTE

