L'acier et le développement durable dans les bâtiments résidentiels

Une perspective européenne

Construction modulaire, Murray Grove, Londres - Cartwright Pickard, Architectes.

L'acier et le développement durable dans les bâtiments résidentiels

Publié en 1987 par la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, le rapport Bruntland intitulé "Notre avenir à tous", définit le développement durable comme devant permettre de :

"Répondre aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs."

Bien que les principes généraux du développement durable soient clairement établis, la quantification de ses effets au travers d'indicateurs environnementaux, économiques et sociaux ne fait pas encore l'objet d'un consensus international.

Appliqué à la construction, le développement durable aborde un large éventail d'aspects liés au choix des matériaux, aux méthodes de construction, à l'exploitation et à la fin de vie du bâtiment. Ces aspects peuvent être exprimés en fonction de critères spécifiques, parmi lesquels :

- l'utilisation efficace des matériaux ;
- la réduction des déchets ;
- la réduction de la consommation d'énergie primaire (et de production de CO_2) ;
- la pollution et autres impacts globaux, associés à des aspects plus sociaux comme l'optimisation des transports ;
- les améliorations dans les domaines de la qualité de vie, du confort et de la biodiversité.

Plusieurs pays ont développé des méthodes d'évaluation environnementale des bâtiments comme HQE® en France, EcoHomes au Royaume-Uni, LEED aux USA, et Pro-P en Finlande ; chacune fournissant des outils pour évaluer, selon des critères environnementaux qui lui sont propres, l'impact d'un projet.

La notion de construction durable n'est pas uniquement associée au choix des matériaux. Elle tient en grande partie aux progrès des méthodes de construction, à l'amélioration de la performance des bâtiments en service, et inclut les aspects liés à la rénovation et à la fin de vie.

Cette publication illustre les réponses de la construction métallique aux exigences du développement durable, appliquées au secteur du résidentiel. A travers un panorama européen de projets récents, elle présente des exemples d'évaluations environnementales de constructions faisant appel à l'acier.

Page de couverture : logements sociaux, Evreux, France - Dubosc et Landowski, Architectes.

Introduction

La construction métallique est une technologie polyvalente et durable, largement utilisée dans tous les secteurs du bâtiment, et de plus en plus fréquemment dans celui du résidentiel.

Les systèmes constructifs en acier utilisés dans le bâtiment se présentent sous la forme de composants industrialisés, issus de procédés de fabrication modernes. Le degré de préfabrication de ces technologies est élevé, ce qui réduit les opérations sur chantier.

La conception fait appel à des outils de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), directement reliés aux procédés de fabrication, ce qui permet d'en augmenter l'efficacité, d'en améliorer la qualité et la précision et de réduire les déchets.

La fabrication en usine assure aux ouvriers des environnements de travail de qualité, sûrs et à l'abri des intempéries.

Les composants en acier sont livrés en "juste à temps" sur le site de construction et sont montés rapidement, en général au moyen d'une grue ou de tout autre équipement de levage. Les coûts de gestion de chantier, de stockage sont logiquement réduits. Par rapport aux méthodes de construction dites « intensives », qui nécessitent de nombreuses opérations sur site, la technologie acier est plus productive, les délais de construction sont plus courts.

Les risques encourus par le client sont réduits : le programme est mieux maîtrisé, les retours sur investissement plus rapides.

Pendant la phase d'usage du bâtiment, le recours à l'acier présente également de nombreux avantages, comme :

- une meilleure efficacité énergétique du bâtiment, grâce à des enveloppes performantes ;
- une flexibilité dans l'usage à long terme ;
- une facilité d'extension et d'adaptation ;
- l'aptitude à la rénovation, au recyclage et à la réutilisation des éléments.

Maisons construites à base d'éléments en acier.

Composants en acier d'une enveloppe de bâtiment.

Parois de remplissage constituées d'éléments minces en acier dans un immeuble d'habitation à plusieurs étages.

Construction modulaire d'appartements en Suède.

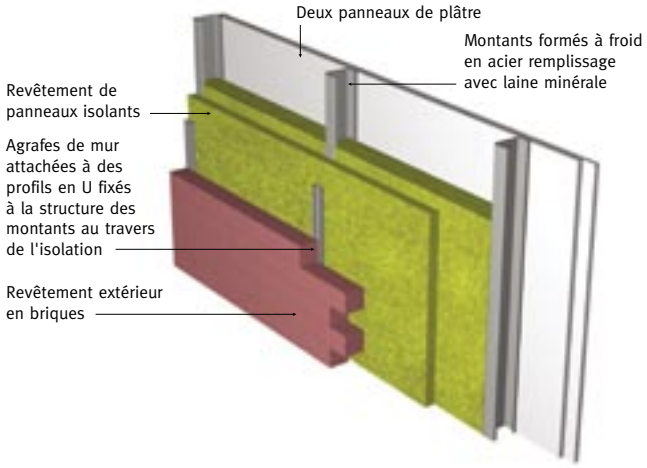
Maison en construction métallique d'apparence traditionnelle.

Ossature mixte modulaire et éléments minces pour un projet de logements sociaux.

Composants en acier

Les exemples qui suivent, extraits de projets récents, illustrent diverses utilisations de composants en acier :

- ossature porteuse, incluant les murs et planchers ;
- toits, en particulier les systèmes pour combles aménageables et de grande portée ;
- enveloppe du bâtiment, comprenant les façades et couvertures ;
- parois extérieures, parois de remplissage pour les bâtiments à ossature en béton à plusieurs étages ;
- infrastructures, y compris fondations et sous-sols ;
- composants modulaires et préfabriqués ;
- cloisons intérieures et parois séparatives ;
- installations techniques et autres.



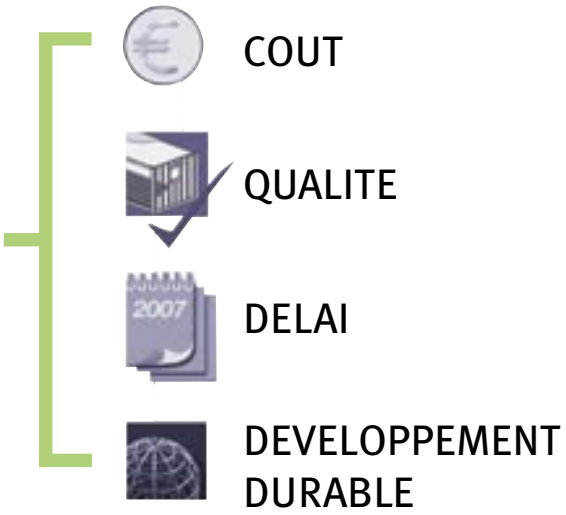
Revêtement en briques fixé à une ossature légère métallique.

Le degré élevé de préfabrication des systèmes de construction acier accélère les chantiers

Concept de plancher mince pour les applications résidentielles.

La construction métallique dans le secteur résidentiel Facteurs clés

Les facteurs clés qui déterminent l'utilisation de l'acier dans la construction de logements sont essentiellement le coût, la qualité, les délais, la performance « développement durable » :



Coût

Le coût d'une construction dépend des matériaux, de la main d'œuvre, des équipements et machineries et de certains composants spécifiques utilisés, ainsi que de sa durée de conception. Il est également fonction des délais de construction.

La construction métallique permet une meilleure productivité. Par rapport à une construction traditionnelle en béton ou en maçonnerie, les coûts de main d'œuvre sont réduits à la fois en atelier et sur le chantier.

Le haut degré de préfabrication des systèmes constructifs acier réduit encore les délais de construction et améliore les conditions de sécurité.

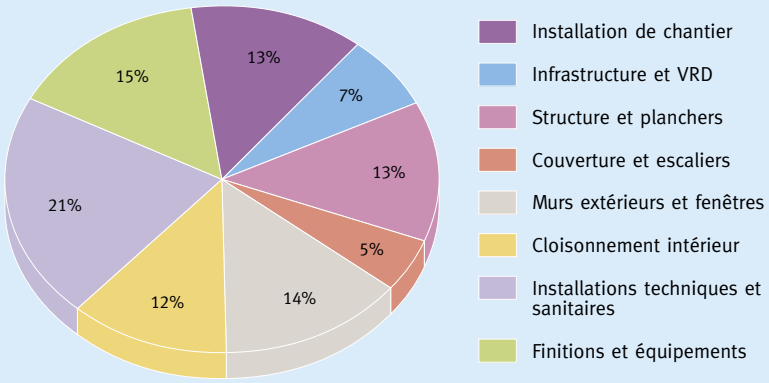
Pour un immeuble d'habitation de six étages situé en zone urbaine, les études de coûts ont montré que le choix de l'acier conduit à des économies allant jusqu'à 6 % par rapport à une construction en béton.

Typiquement, le coût de la charpente en acier ne représente que 12 à 15 % du coût de construction total d'un bâtiment résidentiel. C'est le choix de ce type de structure, par l'impact qu'il a sur celui des autres composants du bâtiment et sur le temps de montage, qui permet de dégager des économies.

L'analyse des coûts en termes de cycle de vie fait également apparaître que, pour des durées de vie dépassant 50 ans, les coûts "d'usage" d'un bâtiment sont 100 fois plus élevés que les coûts de construction.

Il est donc essentiel de retenir des méthodes de construction qui, durant la phase d'exploitation du bâtiment, assurent économies d'énergie, flexibilité d'usage et faible maintenance.

Ventilation des coûts de construction d'un bâtiment résidentiel à ossature métallique de 6 étages



Economies par rapport à une construction en béton armé

Infrastructure	1%
Structure	1-2%
Installation de chantier	2-3%
TOTAL	**4-6%**

Données issues d'une étude réalisée par le Steel Construction Institute et DLC Consultants (Royaume-Uni).

Qualité

La qualité d'un bâtiment est liée à ses performances, à la fiabilité et à l'élégance de la conception : autant de facteurs plus difficiles à quantifier que les facteurs économiques. L'acier est un matériau de haute qualité, produit selon des normes exigeantes. Ses composants présentent des dimensions précises et constantes de la fabrication à l'installation. Autant de facteurs qui contribuent à la fiabilité à long terme des bâtiments.

Par ailleurs, les coûts des petites réparations, liées à l'apparition de fissurations et retraits lors de la prise du béton, sont pratiquement supprimés par l'emploi de technologies de construction sèche utilisant l'acier. 1 à 2% d'économies sont ainsi réalisées sur le coût total de construction.

La souplesse d'utilisation d'un bâtiment au cours du temps conditionne largement sa valeur patrimoniale, paramètre clef du plan d'investissement du client.

La variété des traitements de façade et des formes constructives proposés par l'acier garantit la liberté architecturale jusque dans l'aménagement de l'espace intérieur, lui-même facilité par les grandes portées structurelles qu'offrent les techniques de construction métallique.

La construction modulaire et préfabriquée améliore la qualité des bâtiments ; Composants et équipements techniques coûteux peuvent être pré-montés et testés « à blanc » hors du chantier de construction.

Délai

Plus la construction est rapide, plus les économies réalisables sont importantes, comme notamment :

- des réductions des frais fixes de gestion et des frais d'installation du chantier ;
- des réductions des frais financiers ;
- des rentrées d'argent précoces, issues d'une location ou exploitation anticipée du bâtiment ;
- de moindres désagréments des usagers (en particulier dans le cas d'extensions).

Toutes les méthodes de construction en acier, qui reposent sur la préfabrication et bénéficient de mises en œuvre rapides, génèrent ainsi des gains liés à la réduction des délais.

Le National Audit Office (NAO) au Royaume-Uni a publié un rapport intitulé "Utiliser des méthodes modernes de construction pour construire des logements plus rapidement et plus efficacement". Il est basé sur diverses observations recueillies en atelier et sur chantier. Il présente plusieurs conclusions sur les avantages de différents modes de construction aux niveaux de préfabrication variés.

Les types de construction étudiés sont les panneaux plans, la construction "hybride" (modules et panneaux) et la construction 100% modulaire. Ils sont comparés à la construction traditionnelle en termes de délais de construction et de coûts.

Les principaux résultats de ce rapport sont présentés dans le tableau ci-dessous.

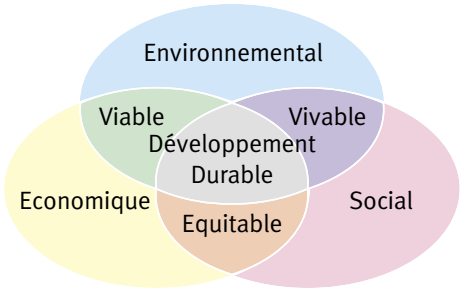
Pour la construction à ossature métallique, l'indicateur clef est le temps nécessaire pour installer l'enveloppe et mettre le bâtiment hors d'eau. Dans le meilleur des cas, ce délai peut être ramené à 20 % du temps observé dans la construction traditionnelle en briques et blocs de ciment. La durée globale de construction peut ainsi être réduite de 60 %.

Comparaison des durées de construction et des coûts dans différents systèmes faisant appel à divers niveaux de préfabrication

CRITERES	CONSTRUCTION TRADITIONNELLE BRIQUES / BLOCS DE CIMENTERIE	CONSTRUCTION EN PANNEAUX (PLANS)	CONSTRUCTION HYBRIDE MODULAIRE AVEC PANNEAUX	CONSTRUCTION 100% MODULAIRE
Durée totale de construction	100%	75%	70%	40%
Temps de mise "hors d'eau"	100%	55%	50%	20%
Besoin de main d'œuvre sur chantier	100%	80%	70%	25%
% du coût total matériaux sur chantier	65%	55%	45%	15%
% du coût total main d'œuvre sur chantier	35%	25%	20%	10%
% du coût total de fabrication en usine	0%	20%	35%	75%

Source : National Audit Office, UK, 2004.

Le développement durable et la construction



Les paragraphes suivants présentent les réponses de la construction métallique aux principales exigences du développement durable, en la comparant aux techniques de construction traditionnelles.

Matériaux et ressources

Par rapport à la construction traditionnelle, la construction métallique légère réduit l'utilisation de matériaux dans des proportions pouvant aller jusqu'à -30 % dans les maisons à parement de briques et jusqu'à -70 % dans celles équipées de façades légères.

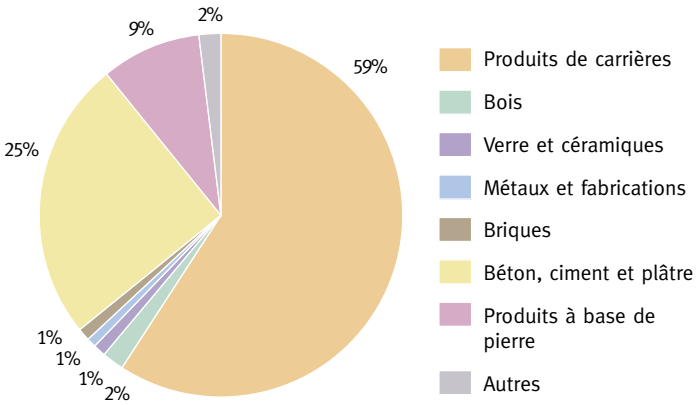
Le secteur de la construction est l'un des plus gros consommateurs de matériaux et de ressources. Il est important de réduire leur utilisation et d'augmenter la part de leur contenu recyclé :

- l'industrie de la construction utilise 3,5 tonnes de matériaux par personne et par an (moyenne en Europe) ;
- une maison à ossature métallique légère typique n'utilise que 25 kg d'acier par m^2 de surface de plancher ;
- une maison à ossature métallique légère typique, équipée d'une façade légère, pèse environ 30 tonnes (sans les fondations), à comparer aux 100 tonnes d'une maison en briques et blocs de maçonnerie ;
- tous les composants en acier peuvent être recyclés ou réutilisés, réduisant le besoin de ressources en matières premières.

La figure ci-dessous donne la répartition approximative des usages de produits et matériaux dans la construction. Les matériaux les plus utilisés sont les produits de base provenant de carrières (59 %) et le ciment, le béton et le plâtre (25 %). La consommation d'acier dans les applications construction se limite en moyenne à 30 kg par personne et par an (soit en masse 1 % de l'utilisation totale de matériaux).

En construction, l'acier est souvent utilisé de manière efficace, comme un produit à forte valeur ajoutée. Une ossature métallique légère est protégée par des matériaux légers, comme des plaques de plâtre et une isolation en laine minérale. La masse et la consommation de matériaux y sont bien moindres que dans les constructions plus traditionnelles.

Répartition de la consommation de matériaux dans la construction (rapport CIRIA, R.-U.)



Dans l'habitat individuel et les constructions résidentielles de faible hauteur, la masse d'une structure métallique légère ne représente que 10 % de son équivalent en béton, et reste inférieure à celle d'une ossature en bois. Dans les bâtiments à plusieurs étages, la masse d'une structure principale métallique avec un plancher mixte ne représente que 50 % de celle d'une structure en béton armé.

L'élaboration de l'acier utilise une forte proportion de ferraille recyclée et la totalité de l'acier est recyclable. De nombreux composants en acier peuvent être démontés et réutilisés ultérieurement. Les constructions métalliques sont suffisamment légères pour être bâties sur des sols de moindre qualité ou des anciennes friches industrielles.

Déchets

En construction métallique, le volume de déchets générés est très faible, tant lors de la fabrication que sur le chantier. L'acier peut être réutilisé ou recyclé en totalité à la fin de la durée de vie du bâtiment.

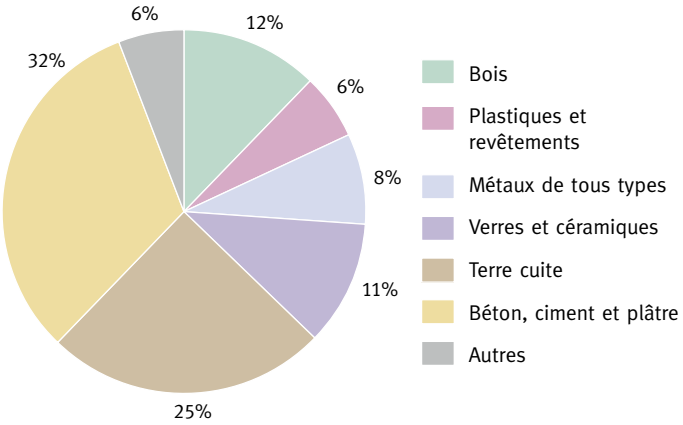
Les déchets constituent la partie inutilisable des processus de fabrication et de construction. Cela recouvre tous les matériaux et produits, tant recyclables que non recyclables :

- l'industrie de la construction produit 0,5 tonne de déchets par personne et par an (à l'exception des produits de carrière) ;
- 98 % de l'acier provenant des travaux de démolition et 100 % de la ferraille provenant de l'industrie sont recyclés ;
- la qualité de l'acier n'est pas affectée par le procédé de recyclage ;
- la préfabrication des composants de bâtiments réduit nettement les déchets sur chantier.

La construction est responsable de 20 % de la totalité des déchets produits dans l'Union Européenne, ce qui représente 180 millions de tonnes par an (à l'exception des déchets de carrière et de sols). Une grande partie de ces déchets est enfouie.

La figure ci-dessous montre la répartition quantitative approximative des déchets de matériaux issus de la construction. Ils proviennent majoritairement des produits en ciment (32 %) et en terre cuite (25 %).

Déchets issus des matériaux de construction (à l'exception des produits de carrière)



Recyclage / réutilisation des produits en acier (%)

NATURE DES PRODUITS	PROFILS	PANNES	BARDAGES	BACS	ARMATURES BETON ARME
Recyclage	86	89	79	79	91
Réutilisation	13	10	15	6	1
Total %	**99**	**99**	**94**	**85**	**92**

En moyenne, 10 % de tous les matériaux utilisés sur les chantiers de construction constitueront des déchets et plus de 60 % de ces déchets seront enfouis, car les possibilités de recyclage sur site sont souvent limitées (sur la base des chiffres donnés dans le tableau ci-dessous). Chutes diverses, morceaux de briques, composants endommagés, emballages, constituent l'essentiel des déchets produits.

En pratique pour l'acier, une mise en œuvre efficace du matériau au niveau de la production réduit considérablement la production de déchets. La totalité des chutes de pièces et des limailles de perçage est ré-introduite dans la filière de recyclage pour produire de nouveaux composants. Selon des statistiques au Royaume-Uni, 98 % de l'acier est recyclé (voir tableau).

Dans certains grands projets de bâtiments, les chutes de plaques de plâtre sont collectées et renvoyées au fabricant pour recyclage. Ceci revêt une importance particulière car l'acier et les plaques de plâtre sont utilisés en synergie dans de nombreux systèmes de construction légère.

Les revêtements et composants en acier peuvent également être réutilisés ultérieurement, de sorte que les déchets sont supprimés. Par exemple, la valeur patrimoniale d'un module peut être préservée s'il est réutilisé autre part.

Taux de déchets de matériaux utilisés sur les chantiers

	TAUX DE DECHETS	PROPORTION ENFOUIE
Coffrage en bois pour béton	13%	45%
Béton	10%	50%
Couverture en fibro-ciment	10%	100%
Panneaux isolants	10%	90%
Plancher bois	7,5 – 10%	45%
Laine minérale	8%	100%
Plaque de plâtre	7,5 – 10%	90%
Bois tendre	10%	45%
Plâtre	5 – 10%	90%
Briques et blocs de maçonnerie	5%	50%
Tuiles de couverture	5%	70%
Verre	5%	65%
Armatures acier pour béton armé	5%	5%
Ossature légère métallique	2,5%	Négligeable
Moyenne des déchets de matériaux	10 – 13%	Estimation 60%

Données fournies par le Building Research Establishment, R.-U.

Transport

L'utilisation de procédés de construction métallique, préfabriquée en atelier, diminue considérablement le transport des matériaux et des personnels vers les chantiers, et par conséquent la consommation d'énergie.

Dans l'Union européenne, 10 % de la totalité des déplacements de véhicules sont attribués à la construction, pour le transport de matériaux et de personnels ; 40 % de l'énergie consommée en phase de construction est imputable au seul transport de matériaux et de produits.

La construction métallique permet de limiter ces effets de la façon suivante :

- préfabriqués en usine, les composants de l'ossature et les modules acier sont transportés sous forme finie sur le chantier ;
- les livraisons sur chantier peuvent être planifiées pour s'adapter aux conditions de circulation locales et réduire les embouteillages ;
- une main d'œuvre réduite sur chantier signifie moins de trajets et donc une réduction des besoins de stationnement à proximité ;
- le transport des composants métalliques issus de la préfabrication est diminué de plus de 70% par rapport aux chantiers de construction à base de maçonnerie ou de béton ;
- la production en atelier minimise les déchets et leur transport.

En construction métallique, la production en atelier favorise la livraison d'éléments relativement grands, effectuée en "juste à temps", qui s'adapte aux conditions de circulation locales.

Dans le cas des projets de construction métallique ayant recours à des technologies à haut degré de préfabrication, la réduction du nombre total de déplacements de véhicules peut atteindre 70 % par rapport à ceux enregistrés sur des chantiers de construction en maçonnerie ou en béton, réduisant d'autant l'énergie consommée pour le transport.

Le développement durable est également lié à la proximité d'infrastructures de transport et à la disponibilité de systèmes de transport public. La construction métallique permet la réalisation de bâtiments plus variés et souples d'utilisation. Ils peuvent être conçus de manière à créer un environnement "vie - travail - loisirs" réduisant le plus possible le besoin d'utilisation quotidienne de véhicule.

Des modules livrés en "juste à temps" sur chantier afin d'optimiser le transport de matériaux.

Energie

La quantité d'énergie consommée pendant la vie en oeuvre d'un bâtiment est 20 à 30 fois plus élevée que celle consommée pour la fabrication des matériaux qui la constituent. Il est donc essentiel de réduire la consommation d'énergie au cours de cette étape, notamment en améliorant l'étanchéité à l'air et l'isolation thermique de ces bâtiments. Ce que permet la construction métallique.

La façon la plus efficace de réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments est de réduire l'énergie consommée dans leur phase d'exploitation grâce à une conception qui intègre dès le début une réflexion sur l'efficacité énergétique et grâce à une bonne gestion des équipements.

- La maison individuelle est responsable de 27 % de la consommation d'énergie totale dans l'Union Européenne, et une maison produit couramment 1,5 tonne de carbone par an (sous forme de CO_2).
- Une maison de deux étages construite en acier consomme en exploitation 100-150 kWh/m^2 par an (pour une surface de plancher de 100 m^2). Comparée aux performances d'une construction traditionnelle, l'économie réalisée peut atteindre 30 %.
- Très performants, les isolants associés aux ossatures métalliques confèrent aux enveloppes acier des coefficients U de déperditions thermiques qui peuvent descendre jusqu'à 0,15 W/m^{2}K, alors que couramment ces valeurs sont de 0,25 W/m^{2}K.
- Dans les bâtiments à ossature métallique fortement isolés, l'étanchéité à l'air est supérieure à celle constatée dans les bâtiments traditionnels.
- Des systèmes à énergies renouvelables, comme les panneaux photovoltaïques, peuvent être facilement adaptés sur des constructions métalliques.

Dans la construction, 11% de l'énergie consommée l'est sur le chantier, 40 % lors du transport et 49 % lors de l'extraction de minéraux et lors de la transformation en atelier (voir ci-dessous).

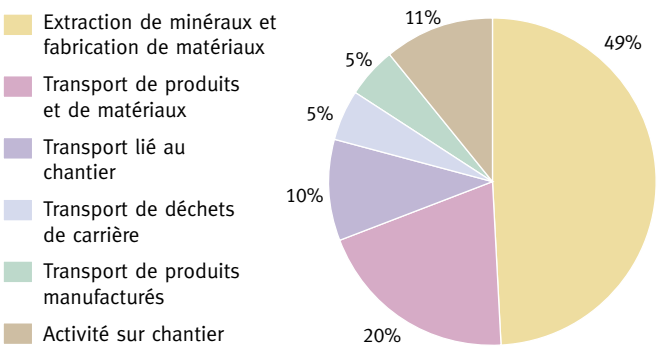
Le recours à des composants en acier limite la consommation d'énergie au niveau du chantier et des transports sur site.

Les études montrent que pour un bâtiment à usage résidentiel et pour une durée de vie supérieure à 50 ans, l'énergie d'exploitation (chauffage, éclairage, etc.) est de 20 à 30 fois plus élevée que l'énergie nécessaire à toutes les activités de production des matériaux. Par conséquent, il est essentiel de concevoir des ouvrages qui limitent le plus possible les déperditions thermiques.

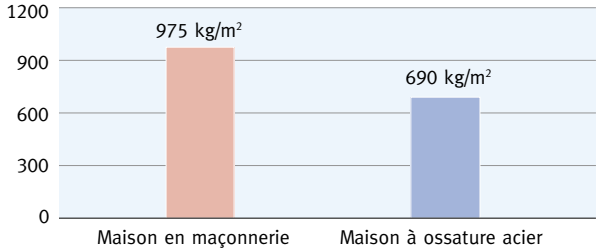
La Directive Européenne 2002/91/CE sur "la Performance Energétique des Bâtiments" exige que tous les pays de l'UE élaborent des réglementations visant à réduire de 20 % la consommation d'énergie primaire et les émissions de CO_2 (par rapport aux chiffres de 1999). L'une des principales exigences porte sur l'amélioration des niveaux d'isolation thermique et d'étanchéité à l'air. Avec l'acier, les façades et les couvertures métalliques peuvent être conçues pour être étanches et très isolantes, et réduire ainsi jusqu'à 70 % la consommation d'énergie primaire par rapport aux bâtiments traditionnels.

Des systèmes à énergies renouvelables peuvent être installés afin d'obtenir des bâtiments à "basse consommation » voire à « énergie positive ».

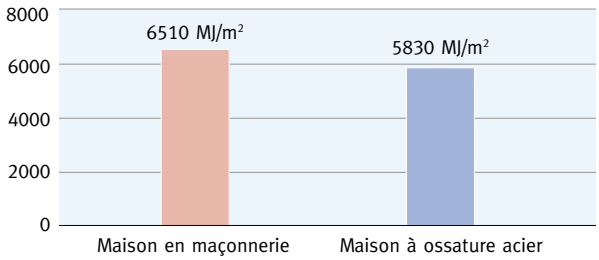
Energie utilisée dans le secteur de la construction par activité



Quantité de matériaux utilisée dans une maison à deux étages (kg/m²)



Energie contenue dans les matériaux d'une maison à deux étages (MJ/m²)



Source : rapport 763 SCI, "Environmental life cycle assesment of housing » Evaluation environnementale du cycle de vie d' une maison individuelle, 1999.

Dans le cas d'une maison de deux étages avec parement rapporté en briques, la figure ci-dessus compare les masses et les contenus énergétiques (exprimés par m^2 de surface de plancher brute) des matériaux nécessaires d'un côté à la réalisation d'une construction traditionnelle et de l'autre à celle d'une construction acier. Dans cet exemple, l'énergie contenue dans l'ossature métallique est bien moindre que celles associées à d'autres matériaux de construction, comme le béton et la brique. La masse totale de la maison à ossature métallique avec parement rapporté en briques est inférieure de 29 % à celle d'une maison en maçonnerie, avec pour conséquence un gain de 11 % sur l'énergie nécessaire à la production des matériaux utilisés dans sa construction.

Réduire la pollution

La réduction de la pollution lors de la construction et l'exploitation d'un bâtiment dépend d'un choix judicieux de matériaux et de méthodes, parmi lesquelles les technologies « sèches » de construction métallique.

L'industrie de la construction métallique a effectivement éliminé le risque de pollution en atelier et lors des opérations sur chantier :

- l'acier est un matériau inerte sans impact sur les environnements intérieurs ;
- les composants préfabriqués en acier sont produits en usine dans des conditions contrôlées faisant appel à des technologies réduisant la pollution et économisant l'énergie ;
- la pollution sur chantier durant la phase de construction est supprimée ;
- la pollution due au transport est limitée à un minimum grâce à la réduction du nombre des livraisons et des déplacements quotidiens d'ouvriers vers le chantier ;
- l'acier n'est pas combustible, ne produit pas d'émanations lorsqu'il est exposé au feu. Il ne participe pas à la charge combustible.

Atelier de fabrication de composants de construction métallique.

L'impact environnemental d'une construction métallique est minimal sur le chantier comme pendant l'exploitation du bâtiment. Les composants manufacturés en acier sont livrés, à la demande, en "juste à temps".

L'eau nécessaire à la production de l'acier, est recyclée et réutilisée. Les co-produits comme le laitier de haut-fourneau, sont retraités pour être utilisés comme substitut de ciment ou comme matériaux routiers.

Performance et qualité

La construction métallique offre un haut niveau de qualité et de bonnes performances par rapport aux matériaux traditionnels.

La performance et la qualité d'un bâtiment dépendent de sa longévité et de son esthétique ainsi que de la méthode selon laquelle il a été construit.

Logements sociaux modernes – Feilden Clegg Bradley, Architectes.

- Excellente isolation acoustique des planchers et des murs.
- Isolation thermique très performante, permettant des économies de chauffage.
- Réalisation de portées plus longues, permettant la création d'espaces « flexibles », susceptibles de s'adapter aux évolutions immédiates ou futures du bâtiment.
- Elimination des problèmes de fissuration ou de déformations liées au retrait différé du béton, avec par conséquent, moindres soucis d'entretien.
- Longévité et robustesse de l'acier.

En ce qui concerne la technologie de construction :

- l'acier et ses composants sont produits et transformés de façon à garantir de bonnes caractéristiques de résistance et un haut degré de précision géométrique ;
- les délais des chantiers qui utilisent les technologies acier sont inférieurs de 30 à 70 % à ceux de la construction traditionnelle, ce qui permet un retour sur investissement plus rapide et une réduction des coûts de chantier ;
- des adaptations voire des extensions des bâtiments initiaux peuvent être facilement envisagées, par le biais de systèmes d'assemblages et de fixations.

Des bâtiments aux formes esthétiques peuvent être conçus à partir de simples composants préfabriqués. Les balcons, loggias, passerelles et autres équipements sont par exemple très faciles à réaliser et à adapter.

Santé et bien-être

Les bâtiments à ossature métallique offrent des volumes intérieurs flexibles, efficaces et fonctionnels.

Dans l'Union européenne, la population passe en moyenne 90 % de sa vie à l'intérieur de bâtiments. Les conditions sanitaires et de bien être qu'offrent ces espaces intérieurs sont donc essentielles.

- L'espace créé est esthétique, fonctionnel et flexible, créant ainsi un environnement "vie - travail - loisirs" de qualité.
- Dotés d'une bonne isolation thermique, les bâtiments à ossature métallique procurent des ambiances agréables où il fait bon vivre et travailler.
- Les performances acoustiques des bâtiments en acier sont élevées.
- Des balcons et autres espaces privés sont faciles à installer.

Concernant le procédé de construction :

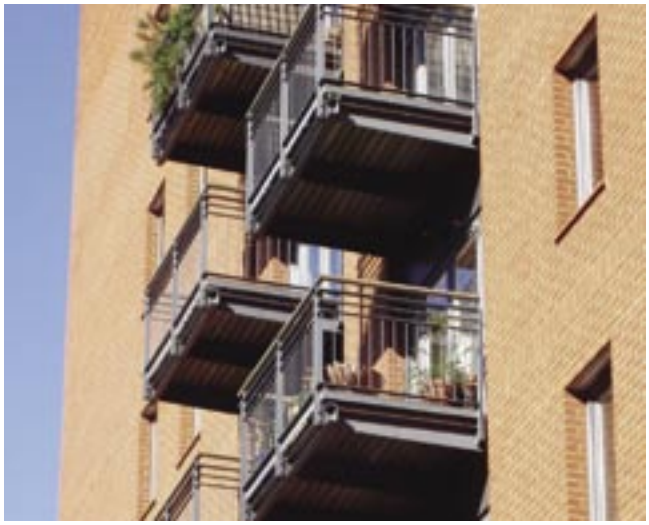
- les méthodes de fabrication et d'installation de composants en acier sont très sûres comparées aux opérations réalisées sur un chantier classique ;
- le bruit, la poussière et la pollution sont réduits de façon spectaculaire sur le chantier de construction ce qui limite les nuisances pour le voisinage.

Immeuble résidentiel moderne en construction métallique.

Aspects sociaux

La construction métallique contribue à l'amélioration du cadre et du niveau de vie grâce à la conception de bâtiments plus fonctionnels, susceptibles de s'adapter à de nouvelles exigences.

Au pilier social du développement durable, on associe souvent des notions d'interaction homme-environnement, d'héritage architectural, de qualité de l'emploi, voire de niveau de compétences.



Balcons privatifs réalisés à partir d'éléments en acier.

- De par leur qualité et leur longévité les bâtiments acier améliorent le confort et la satisfaction de leurs occupants.
- Dans la construction de logements sociaux et dans de nombreux projets publics, la flexibilité d'usage d'un bâtiment est un paramètre clé.
- Les bâtiments à "usage mixte" conçus en ossature métallique permettent d'associer des espaces publics en rez-de-chaussée, des parkings en sous-sol et du résidentiel en étages.

Les avantages en matière de fabrication :

- à l'atelier comme sur les chantiers, la productivité et les conditions de travail sont nettement supérieures à celles de la construction traditionnelle ;
- les emplois de la construction métallique sont "hautement qualifiés". Ils exigent formation et compétences et réservent d'excellentes opportunités ;
- avec une production moindre de déchets, les sites d'enfouissement sont largement moins sollicités et peuvent être préservés pour d'autres usages.

Technologies de la construction dans les bâtiments résidentiels

Combles aménageables réalisés en profilés minces C métalliques.

Ossature métallique d'une maison d'habitation.

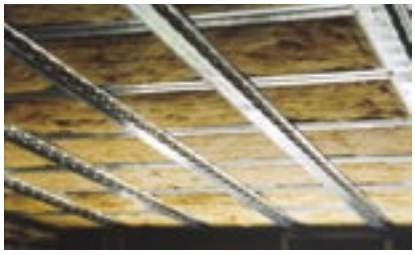
Solives de plancher, généralement en éléments profilés en C ou en Z, posés individuellement ou installés sous forme de modules de planchers préfabriqués.

Des dalles mixtes peuvent être utilisées pour les sous-sols et les rez-de-chaussée étanches.

Opération de construction acier en montagne.

métallique

Le champ d'application des technologies de construction métallique au secteur du bâtiment à usage résidentiel est vaste. Les pages suivantes en présentent quelques unes.



Composition de panneaux de murs à base d'éléments en acier.

Panneaux de murs non porteurs utilisés comme cloisons séparatives.

Panneaux de murs porteurs préfabriqués utilisant des profilés en C et une isolation fixée en usine.

La gamme de systèmes de bardage et de couverture applicable est vaste.

Les ossatures métalliques légères dans le secteur du petit résidentiel

Aussi bien des maisons individuelles, des maisons de ville, que de petits immeubles résidentiels peuvent être construits en ossature métallique légère. On utilise alors certains composants parmi les suivants :

- panneaux de murs porteurs préfabriqués formés de profilés C ;
- solives de plancher, habituellement en profilés C ou Z, posées une à une ou installées sous forme de modules de plancher préfabriqués ;
- poutres I ou à treillis, utilisées pour les grandes portées ;
- panneaux de murs non porteurs utilisés comme cloisons de partition ;
- dalles mixtes utilisées pour les sous-sols et rez-de-chaussée étanches ;
- combles aménageables réalisés au moyen de profilés C en acier ;
- systèmes de revêtements et de couvertures, tels les panneaux sandwiches.

L'isolation thermique est réalisée au moyen de panneaux isolants rigides, posés à l'extérieur de l'ossature légère métallique, selon le principe d'isolation "par l'extérieur". En complément, de la laine minérale, posée entre les montants en C, permet d'obtenir des valeurs de U inférieures à 0,25 W/m^{2}K.

La structure peut ensuite recevoir divers parements extérieurs en fonction de l'esthétique recherchée.

Pour les murs extérieurs et les couvertures, des profilés en C rainurés sont utilisés afin de réduire les déperditions dues aux ponts thermiques. Ces profilés sont privilégiés pour toutes les applications où les exigences d'isolation sont importantes (ils sont largement employés en Suède et en Finlande où ils permettent d'obtenir des coefficients U de 0,15 W/m^{2}K).

Divers matériaux d'habillage peuvent être utilisés, comme illustré ci-dessous.

Maison individuelle en construction métallique.

Maison à ossature légère en acier – Aspect traditionnel.

Opération de réhabilitation.

Avantages constructifs

- Les murs sont porteurs et soutiennent les planchers directement. Ils peuvent être utilisés pour des logements de deux ou trois niveaux.
- Les panneaux de murs et les modules de planchers peuvent être préfabriqués pour une installation rapide.
- Les solives en treillis permettent d'obtenir de plus grandes portées et ménagent un espace pour les installations techniques dans la zone de plancher.
- Des combles habitables peuvent être créés.
- Les plaques de plâtre assurent la résistance au feu et l'isolation acoustique requise.
- La construction métallique légère permet l'extension et la rénovation de bâtiments existants.
- La légèreté de la construction métallique facilite la réalisation d'ouvrages sur des terrains de faible portance.
- L'imperméabilité des dalles mixtes protège de potentielles infiltrations de gaz susceptibles de survenir sur d'anciennes friches industrielles.

Ossature légère métallique d'une maison individuelle.

Bénéfices « développement durable »

- Construction "sèche", rapide et d'une grande précision de montage.
- Légèreté de la structure, qui permet des constructions sur des sols de médiocre qualité.
- Hauts niveaux d'isolation thermique (valeurs U < 0,25 W/m^2K).
- Réduction du stockage de matériaux sur chantier par rapport à la maçonnerie.
- Déchets réduits sur chantier et en usine - les déchets d'acier et de plaques de plâtre peuvent être recyclés.
- L'acier galvanisé est résistant à la détérioration, imputrescible, insensible au retrait.
- La sécurité du travail est renforcée.
- Les bâtiments peuvent être démontés, réutilisés ou recyclés.

Atelier de production de profilés pour ossature légère en acier.

Les ossatures métalliques légères dans les logements collectifs

Les ossatures métalliques légères peuvent également servir de structure porteuse pour des immeubles de logements collectifs de 3 à 6 étages. Les modes de construction sont les mêmes que pour les maisons ; la différence réside dans le chargement, plus élevé, qui nécessite d'avoir recours à des profilés légers en acier de section plus importante ou à des tôles d'acier plus épaisses.

Divers procédés de construction sont utilisés, parmi lesquels :

- les panneaux muraux préfabriqués, comportant souvent une vêture intégrée ;
- des techniques mixtes, associant l'utilisation d'acier laminé à chaud et celle de composants légers en acier ;
- la chape sèche, réalisée à partir de plaques de plâtre mince posées sur des bacs en acier et supportée par des éléments d'ossature légère en acier formant solives ;
- les dalles mixtes, utilisées comme planchers séparatifs intermédiaires.

Les bâtiments créés peuvent être de formes très variées, avec des usages différents en rez-de-chaussée et dans les étages supérieurs.

Par exemple, dans les zones urbaines, les bâtiments proposent souvent des commerces ou des services en rez-de-chaussée, et des logements dans les étages. Dans les immeubles d'appartements à plusieurs niveaux, les exigences en matière de résistance au feu et d'isolation acoustique sont souvent telles que des planchers mixtes intermédiaires doivent être utilisés.

Divers matériaux d'habillage des panneaux existent, y compris les parements légers comme les enduits isolants et les panneaux en terre cuite.

Selon le principe de l'isolation par l'extérieur, l'isolation thermique est réalisée au moyen de panneaux isolants rigides posés sur la face externe de l'ossature métallique légère. En ajoutant de la laine minérale positionnée entre les montants C, il est possible d'obtenir des valeurs du coefficient U inférieures à 0,25 W/m^{2}K. La structure peut aussi être habillée de parements divers et présenter une apparence traditionnelle. Pour les applications qui nécessitent une isolation importante, des profilés rainurés en C peuvent être utilisés pour les façades et les couvertures, afin de réduire les déperditions dues aux ponts thermiques.

Logements sociaux à Evreux, France – Dubosc et Landowski, Architectes.

Avantages constructifs

- Technologie adaptée à la construction d'immeubles collectifs de hauteur moyenne (3 à 6 étages), comportant souvent des commerces au rez-de-chaussée.
- Portées plus longues, de 4 à 6 m, avec des solives en treillis, qui libèrent l'espace et apportent souplesse et flexibilité en matière d'aménagement intérieur.
- Utilisation possible de dalles mixtes entre les poutres d'ossature.
- Excellente isolation acoustique grâce à la présence de doubles couches de laine minérale.
- Résistance au feu de 60 minutes, qui s'obtient en utilisant deux parements en plaques de plâtre « spécial feu ».
- Localement, l'utilisation de poutres en acier laminées à chaud et de poteaux à section creuse carrée permet de supporter des charges plus lourdes.
- Les balcons se fixent directement sur l'ossature métallique.

Bénéfices « développement durable »

- Création d'espaces optimisés, susceptibles d'évoluer au gré des exigences des usagers.
- Les ossatures métalliques légères réduisent les charges sur fondation (point clé pour les terrains à faible portance).
- Flexibilité et souplesse d'aménagement des espaces intérieurs, rendues possibles par l'utilisation de partitions acier, légères et repositionnables.
- Performances thermiques des murs et toitures.
- Techniques de construction rapides, adaptées aux secteurs du résidentiel et des logements sociaux.
- Faible impact du chantier sur le voisinage, essentiel dans les projets urbains.
- Absence de fissurations et de mouvements à long terme.
- L'acier peut être réutilisé et recyclé.
- L'acier est incombustible et résiste au feu. Ce paramètre est déterminant dans les bâtiments à plusieurs étages.

Logements collectifs en construction métallique.

Immeuble de trois niveaux avec commerce au rez de chausée à base d'éléments minces en acier. HTA Architectes.

Ossature métallique légère à deux étages comportant des éléments en acier profilés à froid.

La construction modulaire

Dans des constructions de type « cellulaire » comme les hôtels, les résidences universitaires et les logements de fonction, les techniques constructives modulaires, c'est-à-dire basées sur l'assemblage de modules unitaires reproductibles, s'avèrent très efficaces. La structure de ces modules consiste en une ossature métallique légère renforcée par des poteaux stratégiquement placés et constitués de cornières ou de profilés creux carrés en acier.

Divers types de construction modulaire existent :

- les modules porteurs, pour des bâtiments de 4 à 8 niveaux ;
- la construction mixte, associant modules et panneaux, adaptée à la création d'espaces ouverts ;
- les modules portés par une plateforme en structure métallique située en rez-de-chaussée ou au 1er étage ;
- les modules non porteurs supportés par une ossature métallique principale ;
- les modules supportés par une structure existante, par exemple dans les extensions en toiture.

Les modules sont livrables en "juste à temps" et sont installés rapidement. Ils peuvent être directement revêtus d'un habillage léger en usine, ou alors être retravaillés sur chantier et équipés de tout type de revêtement.

Système de construction modulaire "Open House", Suède.

La Forge, Sheffield, R.-U. - Construction modulaire / cité universitaire, Unite Modular Solutions.

Avantages constructifs

- La production en série des modules dégage des économies d'échelle, intéressantes dans les projets d'hôtels, de logements de fonction, de résidences universitaires.
- L'Installation sur chantier est rapide (6-8 unités par jour).
- Les modules peuvent être réunis pour créer des espaces plus vastes.
- L'assemblage des modules par les angles renforce la robustesse de l'ensemble.
- Un noyau contreventé en acier peut être installé pour assurer la stabilité de bâtiments de grande hauteur.
- Les coupe-feu, placés entre les modules, empêchent la propagation des incendies.
- Les murs et planchers double couche confèrent une excellente isolation acoustique.
- Cette technique est particulièrement bien adaptée aux extensions en toitures et aux zones de travail difficiles.

Bénéfices « développement durable »

- La production des modules en usine garantit leur qualité.
- Les matériaux peuvent être directement commandés aux dimensions requises, pour un maximum d'efficacité à la production des modules.
- La production de déchets sur chantier et en usine est minimale.
- La rapidité de construction limite les impacts du chantier sur le voisinage.
- L'isolation acoustique est excellente.
- La technique de construction est très sûre, moins dépendante des conditions de chantier et de la météo.
- Les bâtiments modulaires peuvent être facilement démontés et réutilisés ailleurs.
- La valeur « patrimoniale » des modules se maintient en cas de réutilisation.

Installation de modules dans un projet de logements sociaux à Londres. Image gracieusement fournie par Yorkon.

Cité universitaire modulaire, Manchester. Image gracieusement fournie par The Design Buro.

Bâtiment construit à base d'éléments modulaires. Quartier de Hackney – Londres.

Construction mixte en panneaux et modules dans des appartements de moyenne hauteur.

Structures métalliques avec cloisons intérieures en ossature légère acier

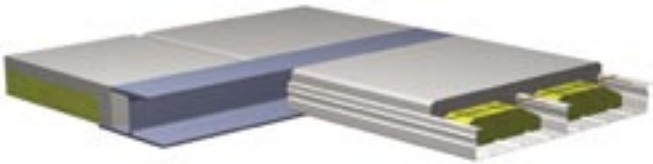
Dans les bâtiments à plusieurs étages, le recours à une ossature principale métallique permet de réaliser de grandes portées et d'offrir des espaces flexibles et susceptibles de s'adapter à toute nouvelle utilisation.

La Fenêtre, La Haye, Pays-Bas - Ossature métallique sur des poteaux inclinés – Rudy Uytenhaak, Architectes.

L'association plancher – structure métallique peut prendre différentes formes :

Poutres intégrées et dalles en béton préfabriquées.

Structure de plancher constitué d'une dalle mixte reposant sur des poutres et poteaux en acier.



Poutres en acier asymétriques et dalles en béton (utilisant des bacs profonds en acier).

Ces différents procédés constructifs sont compatibles avec l'utilisation en cloisons intérieures de parois en ossature légère acier. Non porteuses, ces cloisons apportent résistance au feu et isolation acoustique.

Dans les bâtiments résidentiels, le recours à ce mode de construction, qui associe structure métallique primaire et parois intérieures en ossature légère acier, présente des avantages :

Avantages constructifs

- Les poutres et poteaux de faibles sections peuvent être dissimulés à l'intérieur de la cloison.
- Le recours à des poutres intégrées permet la réalisation de planchers d'épaisseur minimale.
- Les dalles peuvent porter directement de poutre à poutre sans solives intermédiaires.
- Les grandes portées sont intéressantes pour les projets à usage mixte, associant logements et activités commerciales.
- Le poids propre d'une structure métallique est inférieur à son équivalent en béton armé.
- La stabilité du bâtiment est assurée soit directement par l'ossature (jusqu'à 4 niveaux), soit par des contreventements ou soit encore par un noyau contreventé (pour les bâtiments plus élevés).
- Des revêtements intumescents assurant la résistance au feu peuvent être appliqués sur les éléments métalliques hors du chantier.
- L'isolation acoustique des planchers et des murs séparatifs est excellente.
- Divers matériaux d'habillage existent.

Bénéfices « développement durable »

- Une ossature métallique primaire assure aux espaces intérieurs une souplesse d'aménagement.
- Les parois intérieures à ossature légère acier s'installent rapidement et peuvent être déplacées quand les besoins l'exigent.
- Les poutres et poteaux se montent rapidement, et peuvent être démontés et réutilisés si nécessaire.
- Assemblages et extensions sont facilement réalisables, et permettent au bâtiment de s'adapter à toute utilisation future.
- L'installation de balcons, la création d'espaces ouverts privés ou publics se font sans difficulté.
- Les planchers mixtes offrent un excellent niveau de rigidité, d'isolation acoustique et de résistance au feu.
- Les équipements techniques sont intégrés, voire dissimulés dans les volumes de la structure.
- Les bâtiments à plusieurs étages sont montés très rapidement, avantage essentiel en zone urbaine.

Structures métalliques avec cloisons intérieures en ossature légère acier (suite)

Maison “Smart House”, Rotterdam - Utilisation de profilés creux carrés et rectangulaires pour les poutres et les poteaux – Robert Winkel, Architectes.

Associées à une structure métallique primaire, les parois à ossature légère en acier s’utilisent en tant que :

- panneaux de remplissage extérieurs : ils réalisent une « enveloppe hors d’eau » rapide, contribuent à la résistance au vent et servent d’appui à l’habillage final ;
- parois de séparation entre différents logements : elles assurent à la fois des fonctions d’isolation acoustique et des fonctions de compartimentage incendie ;
- cloisons de distribution intérieure, où elles sont installées conformément aux exigences des utilisateurs.

Les ossatures métalliques principales sont construites à partir de profilés I ou H associés à des dalles mixtes, comme illustré ci dessous, ou à partir de profilés creux rectangulaires pour les poutres et de profilés creux carrés pour les poteaux comme dans la maison “Smart House” aux Pays-Bas.

Le dimensionnement des panneaux de remplissage extérieurs dépend largement de la charge de vent qu’ils auront à subir. Dans les étages élevés et au niveau des angles où elle est supérieure, il est souvent nécessaire de réduire l’espacement des montants. En général, on utilise des profilés en C de 100 mm de profondeur pour les bâtiments de faible ou moyenne hauteur, et l’on augmente cette profondeur à 150 mm pour les bâtiments de grande hauteur.

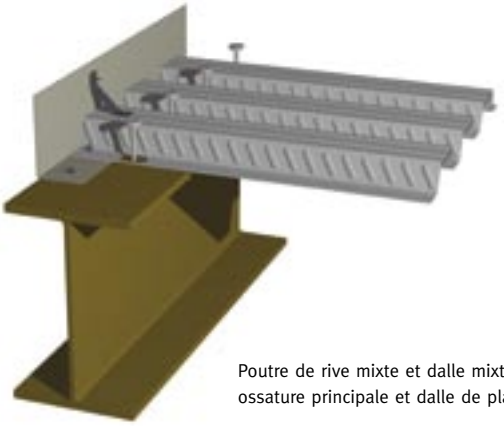
Différents habillages peuvent être utilisés, y compris les façades-rideaux en verre qu’on retrouve habituellement dans les bâtiments commerciaux. Les parois de séparation et les cloisons peuvent aussi être constituées de profils légers en acier associés à un ou deux panneaux de plâtre pour les performances incendie et acoustique.

Des profilés creux rectangulaires supportent des solives légères en acier et une dalle mixte mince.

Bâtiment mixte de plusieurs étages, à la façade vitrée, supporté par des poteaux inclinés - N°1 Deansgate, Manchester - Ian Simpson, Architectes.

Cloisons et plaques de plâtre.

Ossature légère de construction métallique.



Poutre de rive mixte et dalle mixte utilisées comme ossature principale et dalle de plancher.

Développement durable : les avantages des systèmes de construction acier

Le système modulaire Open House, Suède

Dans un projet de bâtiment résidentiel de plusieurs étages, le système modulaire "Open House" a été comparé à une structure en béton préfabriquée équivalente.

Ce projet comporte 500 appartements et est situé près de Malmö en Suède. Un des bâtiments (à droite) est composé de modules de 3,6 m de largeur intérieure et de longueur allant jusqu'à 11 m, supportés par des profils creux carrés placés dans les angles rentrants des modules.

Le SBI (Institut Suédois de la Construction Métallique) a défini divers indicateurs environnementaux et comparé les performances du système Open House à celles d'une structure moyenne de référence utilisée dans le bâtiment résidentiel à plusieurs étages (voir tableau).

Il ressort de cette étude qu'en ayant recours à la construction modulaire légère, la quantité de matériaux utilisés, la production de déchets et la consommation d'énergie sont fortement réduits. Le contenu recyclé des matériaux et leur recyclabilité augmente considérablement.

Le contenu énergétique des matériaux est inférieur de 27 %, soit l'équivalent de 2 ans de consommation d'énergie du bâtiment en service, qui est elle-même réduite de 38 % grâce à la très bonne isolation thermique et à l'étanchéité à l'air que confèrent les techniques constructives modulaires au bâtiment.

On peut raisonnablement estimer que les conclusions obtenues sur cet exemple sont largement transposables et peuvent être appliquées à tout système de construction modulaire ou à haut degré de préfabrication.

Le système de construction modulaire Open House.

INDICATEURS « DEVELOPPEMENT DURABLE »	BATIMENT MODULAIRE (ACIER LEGER)	REFERENCE (BETON / BRIQUES)	GAIN
Quantité de matériau (masse)	148 kg/m²	982 kg/m²	85 %
% Matières premières	54 %	96 %	42 %
Contenu energétique du bâti	178 kWh/m²	245 kWh/m²	27 %
Contenu recyclé des matériaux	46 %	5 %	41 %
Recyclabilité des matériaux	93 %	16 %	77 %
Consommation d'énergie en service (par an)	100 kWh/m²	162 kWh/m²	38 %
Transport des composants liés à la construction	6 kWh/m²	18 kWh/m²	64 %

La structure de référence (moyenne nationale) combine divers matériaux, mais elle utilise principalement le béton préfabriqué et la construction métallique.
1 kWh = 3.6 MJ

Qualité environnementale et construction durable

Initiée par le sommet de la Terre à Rio, puis par le Protocole de Kyoto, la prise en compte de l'impact environnemental des activités humaines est devenue un enjeu majeur au cours des années 90.

La démarche HQE® (Haute Qualité Environnementale) est la réponse française à ces préoccupations appliquées au secteur du bâtiment. D'après le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT) et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), ce secteur représente à lui seul en France :

- 43 % de la consommation d'énergie finale totale ;
- plus de 25 % des émissions de CO_2 ;
- 50 % de la consommation des ressources naturelles ;
- 16 % de la consommation d'eau ;
- 30 à 40 millions de tonnes de déchets par an.

La HQE® constitue une réponse opérationnelle à la nécessité d'intégrer les critères du développement durable dans l'activité du bâtiment. Destinée à la maîtrise d'ouvrage, elle est une démarche volontaire de management de la qualité environnementale des opérations de construction ou de réhabilitation des bâtiments. Elle n'est ni un label, ni une norme.

Elle vise à réduire les impacts des bâtiments sur l'environnement extérieur mais aussi à créer un environnement intérieur sain et confortable. Cette démarche offre plutôt aux acteurs de la construction une méthodologie pour les aider à choisir des dispositions et solutions visant à obtenir la qualité environnementale d'une opération. Elle permet d'intégrer la prise en compte de ces exigences du développement durable à toutes les étapes de vie du bâtiment : programmation, conception, construction, gestion, utilisation et fin de vie.

La démarche HQE® s'appuie sur :

- un système de management environnemental. Pour chaque opération, construction ou réhabilitation, il décrit les objectifs environnementaux que le maître d'ouvrage se fixe, pendant la phase de construction mais aussi durant la période d'exploitation. Il détermine aussi l'organisation des pratiques et des procédures à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs, notamment en coordonnant les actions des acteurs, de la conception à la livraison. Etablie et conduite par le maître d'ouvrage, la réussite de cette démarche nécessite l'implication de tous les partenaires du projet ;

- un référentiel, qui permet de caractériser la qualité environnementale des bâtiments, neufs ou réhabilités. Ce référentiel est applicable à tous types de bâtiments et respecte les différentes phases opérationnelles d'un projet. Le référentiel des caractéristiques HQE® est construit autour de 14 « cibles », réparties en deux grandes familles :
  - les impacts du bâtiment sur l'environnement extérieur, organisés autour de deux thématiques l'éco-construction et l'éco-gestion ;
  - les impacts du bâtiment sur l'environnement intérieur, qui traitent des aspects de confort et de santé pour l'usager.

Les 14 cibles

Le référentiel des caractéristiques HQE® se structure en 14 cibles, elles-mêmes réparties en 4 familles et en 2 domaines. La structure des sous-cibles évolue en fonction du type de bâtiment.

Domaine D1 : Les cibles de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur

Famille F1 : Les cibles d'éco-construction

Cible n° 01 « Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat » :

1.1. Prise en compte des avantages et désavantages du contexte (en fonction de l'usage du bâtiment, des usagers et des riverains)

1.2. Aménagements de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable et pour réduire les impacts liés aux transports

Cible n° 02 « Choix intégré des procédés et produits de construction » :

2.1. Adaptabilité et durabilité du bâtiment

2.2. Choix des procédés de construction (afin de limiter les impacts environnementaux et sanitaires)

2.3. Choix des produits de construction (afin de limiter les impacts environnementaux et sanitaires)

Cible n° 03 « Chantier à faibles nuisances » :

3.1. Préparation technique du chantier afin de limiter la production de déchets et d'optimiser leur gestion

3.2. Gestion différenciée et valorisation des déchets de chantier

3.3. Réduction des nuisances et des pollutions

3.4. Maîtrise des ressources en eau et en énergie

3.5. Déconstruction sélective (dans le cas d'une déconstruction préalable au projet)

Famille F2 : Les cibles d'éco-gestion

Cible n° 04 « Gestion de l'énergie » :

4.1. Réduction de la consommation d'énergie primaire non renouvelable

4.2. Maîtrise des pollutions

Cible n° 05 « Gestion de l'eau » :

5.1. Economie d'eau potable

5.2. Gestion des eaux pluviales à la parcelle

5.3. Gestion des eaux usées

Cible n° 06 « Gestion des déchets d'activités » :

6.1. Maîtrise de la production de déchets

6.2. Adéquation entre la collecte interne et la collecte externe

6.3. Maîtrise du tri des déchets

6.4. Optimisation du système de collecte interne

Cible n° 07 « Entretien et maintenance » :

7.1. Optimisation des besoins de maintenance

7.2. Maîtrise des effets environnementaux et sanitaires des produits et procédés de maintenance

7.3. Facilité d'accès pour l'exécution de la maintenance et simplicité des opérations

7.4. Equipements pour le maintien des performances en phase d'exploitation

Domaine D2 : Les cibles de création d'un environnement intérieur satisfaisant

Famille F3 : Les cibles de confort

Cible n° 08 « Confort hygrothermique » :

8.1. Création de conditions de confort hygrothermique en hiver et en mi-saison

8.2. Création de conditions de confort hygrothermique en été dans les bâtiments non climatisés

8.3. Création de conditions de confort hygrothermique en été dans les bâtiments ou locaux climatisés

Cible n° 09 « Confort acoustique » :

9.1. Adopter des dispositions architecturales spatiales favorisant un bon confort acoustique

9.2. Assurer une bonne isolation acoustique

9.3. Assurer la correction acoustique des locaux lorsque c'est nécessaire

9.4. Protéger du bruit les riverains et les usagers des bâtiments mitoyens

Cible n° 10 « Confort visuel » :

10.1. Profiter de façon optimale de l'éclairement naturel tout en évitant ses inconvénients (éblouissement)

10.2. Disposer d'un éclairage artificiel confortable (conçu pour fonctionner en l'absence d'éclairage naturel, et en appoint de celui-ci lorsqu'il est disponible)

10.3. Disposer d'une relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur

10.4. Disposer d'un éclairage artificiel des zones extérieures (allées, accès, parking...) confortable et sécurisant

Cible n° 11 « Confort olfactif » :

11.1. Réduction des sources d'odeurs désagréables

11.2. Limiter les sensations olfactives désagréables

Famille F4 : Les cibles de santé

Cible n° 12 « Conditions sanitaires » :

12.1. Limiter les nuisances issues de l'espace intérieur et des surfaces

12.2. Créer de bonnes conditions d'hygiène spécifiques (équipements collectifs ou professionnels)

Cible n° 13 « Qualité de l'air » :

13.1. Maîtriser les sources de pollution

13.2. Limiter les effets des polluants de l'air sur la santé

Cible n° 14 « Qualité de l'eau » :

14.1. Assurer le maintien de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans les réseaux internes du bâtiment

14.2. Contrôler l'accès aux réseaux de distribution collective d'eau

14.3. Maîtriser la qualité de l'eau ne provenant pas d'un réseau de distribution d'eau potable

Maison individuelle, Colico, Chili – Cristián Larraín Bontá, Architectes.

Opération de réhabilitation utilisant des éléments en acier.

Hiérarchisation des exigences

Les cibles de la HQE® sont interdépendantes et, sur un projet donné, elles ne peuvent être toutes satisfaites avec le même niveau d'exigence. L'un des enjeux de la démarche est donc celui de la hiérarchisation des objectifs du maître d'ouvrage : il doit se fixer des priorités parmi les quatorze cibles que lui propose le référentiel et établir le niveau de performance à atteindre sur chacune d'entre elles : très performant, performant, performance de base. Cette hiérarchisation se fait au cas par cas, en fonction des caractéristiques propres à chaque projet : implantation, usage du bâtiment…

Les niveaux de performance se définissent ainsi :

très performant : niveau calibré par rapport aux performances maximales constatées dans des opérations à haute qualité environnementale, tout en veillant à ce qu'il reste atteignable ;

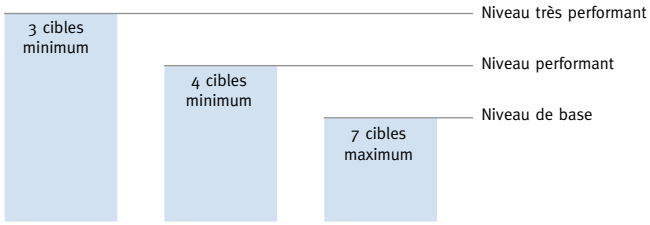
performant : niveau correspondant à de bonnes pratiques ;

de base : niveau correspondant à la performance minimum acceptable pour une opération HQE®. Cela peut correspondre à la réglementation si celle-ci est suffisamment exigeante sur les performances de l'ouvrage, ou à défaut à la pratique courante.

La certification

La démarche HQE® propose une méthode. Un système d'évaluation – la certification – la complète.

La certification, délivrée à l'issue d'audits réalisés par des organismes accrédités, porte à la fois sur le système de management de l'opération et sur la qualité environnementale de l'ouvrage. Elle permet de mesurer concrètement les efforts accomplis. Pour l'obtenir, le maître d'ouvrage doit hiérarchiser les cibles de la façon suivante :



Profil environnemental minimum de l'opération

Pour les bâtiments devant répondre à la réglementation thermique, la cible 4 « Gestion de l'énergie » doit être traitée au niveau performant ou très performant.

Aujourd'hui, diverses certifications existent dans les différents secteurs du bâtiment :

- tertiaire : certificat « NF Bâtiments Tertiaires - Démarche HQE® » délivré par Certivéa : www.certivea.fr ;
- maisons individuelles : certificat « NF Maison Individuelle démarche HQE® » délivré par Cequami : www.constructeurs-nf.fr ;
- logements neufs collectifs ou individuels : deux certificats coexistent, délivrés par Cerqual :
  - la certification « Habitat & Environnement », www.cerqual.fr/pro/habitat_environnement ;
  - le référentiel « NF Logement démarche HQE® », www.cerqual.fr/pro/nf_logement.

D'autres référentiels sont en phase de tests ou d'élaboration dans les secteurs « Commerce », « Hôtellerie » et « Logistique ».

La construction acier et la démarche HQE®

L'acier présente de nombreux avantages en matière de développement durable. Il s'inscrit parfaitement dans la démarche HQE® en répondant particulièrement à certaines cibles, dont voici quelques exemples :

Cible n°2 « Choix intégré des procédés et produits de construction »	Economie des ressources, légèreté et adaptabilité : avantage des structures poteaux-poutres

L'acier peut se recycler indéfiniment et à 100%, sans altération de sa qualité. Sa **récupération** et son **recyclage** en fin de vie contribuent - par l'économie de minerai engendrée - à la préservation des ressources naturelles. En 30 ans, la part de la production d'acier issu du recyclage a atteint 40%, avec pour conséquence des **réductions de moitié de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre** des sites de production.

La filtration et la **récupération des poussières** ont réduit les émissions polluantes liées à la fabrication de l'acier. Les installations les plus performantes assurent aujourd'hui un **recyclage des eaux** de process et limitent d'autant les prélèvements sur le milieu. Les **co-produits** générés en phase de production sont réintroduits dans d'autres filières, limitant aussi la production de déchets.

Plus légères, les structures en acier utilisent moins de matière et limitent l'impact au sol des bâtiments, ce qui convient aux terrains faiblement porteurs. La grande adaptabilité des ossatures filaires caractéristiques de la construction métallique permet aussi de modeler à l'infini les espaces selon les nouveaux usages.

Cible n°3 « Chantier à faibles nuisances »	Filière sèche, préfabrication en atelier, déconstruction rapide et propre

La construction acier se caractérise par son appartenance à la « filière sèche », qui génère peu de nuisances sur chantier : **absence d'eau, moindre pollution, faible quantité de poussières émises, plus faible niveau sonore...**

La préfabrication des composants limite la production de **déchets**, optimise les **livraisons** et **réduit les délais** de chantier, qui constituent autant d'avantages pour les riverains et les usagers.

En fin de vie du bâtiment, la phase de déconstruction est également plus propre et facilite la séparation des matériaux et donc leur **recyclage**.

Cible n°4 « Gestion de l'énergie »	Hautes performances thermiques associées à d'autres matériaux

L'isolation par l'extérieur propre aux constructions métalliques permet de réduire fortement les déperditions thermiques, en particulier celles induites par les ponts thermiques aux liaisons des planchers et des refends avec les façades.

La performance globale est atteinte avec le concours d'autres matériaux tels que les laines et les mousses isolantes.

Cible n°7 « Entretien et maintenance »	Longévité naturelle accentuée par un léger entretien à intervalles réguliers, facilité de nettoyage et de démontage

Les aciers mis en œuvre **à l'intérieur** d'une construction, à l'abri des intempéries et des agressions climatiques, ne nécessitent **ni protection particulière, ni entretien spécifique**.

Lorsqu'ils sont placés **à l'extérieur** des ouvrages, les aciers reçoivent en atelier différents **traitements** (anticorrosion, prélaquage,...) destinés à les protéger et à prolonger leur durée de vie. Pour garantir les effets de ces traitements, un **entretien simple et facile**, régulièrement dispensé, suffit à améliorer la **durabilité de l'ouvrage**.

Les constructions en acier présentent d'autres avantages en termes de maintenance. A tous moments, le démontage ou le remplacement des divers composants en acier est facilité par l'**accessibilité**, caractéristique des méthodes d'assemblages.

Références

1. **Using Modern Methods of Construction to Build Homes More Quickly and Efficiently**
National Audit Office – UK, 2004

2. **The Construction Industry Mass Balance: Resources use, waste and emissions** – Smith R A, Kersey J R and Griffiths R S.
Viridis Report VR4 Construction Industry Research and Information Association – London, 2002

3. **Environmental Life Cycle Assessment of Housing**
The Steel Construction Institute Report 763 – UK, 1999

4. **Energy Performance of Buildings**
Directive by The European Commission, 1999

5. **Sustainability of Modular Construction**
Widman J. Swedish Institute of Steel Construction,
SBI Report 229-2 – 2004

6. **EcoHomes: The Environmental Rating for Homes**
Building Research Establishment – UK, 2003

7. **Sustainable Steel Construction**
Corus – 2006

8. **Facts of Living**
Corus – 2004

9. **Benefits of Off-site Steel Construction in Urban Locations**
The Steel Construction Institute – 2006

10. **Life-cycle Assessment (LCA) for Steel Construction**
ECSC Report 7210-PR/116, European Commission – 2002

11. **Code for Sustainable Homes**
Department for Communities and Local Government –
UK, Dec 2006

12. **Haute Qualité Environnementale (HQE®)**
ADEME - Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie - France

13. **EcoProP Requirements Management Tool,**
VTT, Espoo – Finland, 2007

14. **Leadership Energy and Environmental Design**
US Green Building Council

15. **Building a Greener Future**: **Towards Zero Carbon Development**
Department for Communities and Local Government UK – Dec 2006

16. **Green Guide to Building Specification**:
Building Research Establishment – UK, 2007

Cette publication résulte d'un projet FRCA 7215-PP-058 de la Commission Européenne. Il a fait l'objet d'un contrat de dissémination RFS2-CT-2005-0035.

La publication de la version française de ce document a été possible grâce au soutien du groupe sidérurgique ArcelorMittal.

Les informations contenues dans ce document ont été établies à la date du 1er Janvier 2008.

Informations complémentaires

The Steel Construction Institute
Silwood Park, Ascot,
Berkshire, SL5 7QN, UK
Tel: +44 (0) 1344 636525
www.steel-sci.org

Corus Living Solutions
Shotton Works, Deeside, CH5 2NH, UK
Tel: +44 (0) 1244 892801
www.coruslivingsolutions.co.uk

CTICM
Centre Technique Industriel de la Construction Metallique,
Espace technologique, L'orme des merisiers,
Immeuble Apollo, 91193 Saint-Aubin, France
Tel: +33 (0) 1 6013 8300
www.cticm.com

FOSTA
Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.
Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, Germany
Tel: +49 (0) 211 6707 856
www.stahlforschung.de

3L architects + industrial designers,
Horlecke 46, 58706 Menden, Germany
Tel: +49 (0) 2373 938350
www.3-l.de

RUUKKI
Rautaruukki Oyj
P.O. Box 138
00811 Helsinki, Finland
Tel: +358 20 5911
www.ruukki.com

Centro Sviluppo Materiali s.p.a.
Via di Castel Romano, 100,
00128 Rome, Italy
Tel. +39 06 505 5253
www.c-s-m.it

SBI
The Swedish Institute of Steel Construction
Vasagatan 52, 4tr
111 20 Stockholm, Sweden
Tel: +46 (0) 8 661 0280
www.sbi.se

ArcelorMittal
Building & Construction Support
5 rue Luigi Cherubini
93212 La Plaine Saint-Denis
www.arcelormittal.com
www.constructalia.com