

# LE MATERIAU METAL DANS LA CONSTRUCTION

→ Notes réalisées par Envirobat Méditerranée, dans le cadre de l'exposition "Habiter écologique" qui a eu lieu à la Cité de l'architecture à Paris au printemps 2009. Document largement perfectible et soumis à discussion.

## Production (origine, transformation, transport)

---

### Oui

Les métaux les plus utilisés dans la construction sont : le fer, le cuivre, le zinc et l'aluminium. Rappelons que l'acier est un alliage de fer et de carbone, auquel on ajoute d'autres éléments dans les proportions variables pour parvenir aux caractéristiques souhaitées. L'acier est présent dans tous les secteurs d'activité économique et à ce titre, il est le premier matériau à être récupéré, à la fois parce qu'il est facile à collecter, et parce qu'il est facile à réutiliser.

Une grande part de l'acier produit dans le monde provient également de ferrailles, c'est-à-dire d'acier récupéré et recyclé. La part de production d'acier issue du recyclage de ferrailles avoisine, selon les années, 40 % de la production mondiale d'acier.

### Mais

Tous ces métaux sont des matières non renouvelables et épuisables à moyen terme. La provenance des minerais est désormais d'origine mondiale, ce qui occasionne un transport important.

L'extraction du minerai de fer provoque émissions et nuisances : érosion du sol, résidus polluants, altération du paysage, bruit et poussières pour les travailleurs et les riverains. Le traitement du minerai d'aluminium produit quant à lui de grandes quantités de boues rouges qui peuvent polluer les rivières. Le minerai de zinc (goethite) contient de l'arsenic qui se retrouve dans les déchets d'affinage, non valorisables et stockés en site contrôlé.

### Oui

50 % de la production sidérurgique de l'union européenne, 40 % de la production française sont réalisées à partir d'acier recyclé. L'acier recyclé représente néanmoins des avantages et des économies substantielles : chaque tonne d'acier recyclé représente une économie d'1,5 tonne de minerai de fer, 0,5 tonne de coke et utilise 40 % d'eau (pour le lavage des fumées) par rapport à l'acier issu des minerais.

La filière "électrique" (recyclage) demande trois fois moins d'énergie que la filière "fonte" (minerai), puisqu'il faut 0,218 tonne d'équivalent de pétrole pour produire une tonne d'acier à partir de ferrailles, contre 0,592 tonne par la voie à partir du minerai. (source : [www.senat.fr](http://www.senat.fr) - rapport d'information sur l'acier)

Lors de son utilisation, une grande partie du cuivre ne se dégrade pas et peut donc être recyclée. On estime que 85% du cuivre en circulation est récupérable et que sa durée moyenne d'utilisation est de 30 ans (de quelques années dans les applications en électronique jusqu'à plus de 100 ans dans la construction). Le cuivre peut être réutilisé directement : c'est le cas des câbles électriques. On estime que 80% du cuivre extrait depuis la préhistoire est toujours en utilisation (source : [www.sfc.fr](http://www.sfc.fr) - Société Chimique de France).

### Mais

La fabrication des métaux de 1<sup>ère</sup> fusion est extrêmement énergivore. L'énergie grise nécessaire à la fabrication des métaux est très importante : acier (de 32 à 100 GJ/tonne), aluminium (200), cuivre (95), zinc (85). En comparaison, les autres matériaux de construction sont nettement moins consommateurs : ciment (10 GJ/tonne), béton léger (2), bois massif (0,5 à 2).

La fabrication de l'acier nécessite de l'électricité, du charbon, du calcaire et une quantité d'eau également importante. (320 l d'eau pour 60 kg d'acier). Cette fabrication rejette une quantité importante de gaz à effet de serre (monoxyde et dioxyde de carbone, méthane, oxydes de soufre et d'azote), des poussières et des métaux lourds. A l'inverse, le bois utilisé dans la construction, séquestre des gaz à effet de serre.

### **Oui**

Meilleur conducteur électrique parmi les métaux non précieux, le cuivre améliore le rendement électrique et limite les déperditions d'énergie. En moyenne, une éolienne d'1 MW contient 3,4 tonnes de cuivre, et une installation photovoltaïque environ 4 kg de cuivre par KW. On peut estimer que le parc éolien actuel de l'UE représente environ 190 000 tonnes de cuivre, et les installations photovoltaïques près de 19 000 tonnes.(chiffres ECI - institut européen du cuivre).

### **Mais**

Les réserves mondiales de minerai de cuivre sont plus limitées (réserves exploitables : 30/40 ans, réserves prouvées : 60/70 ans), mais 40 à 50% du cuivre utilisé aujourd'hui (toutes applications confondues) est issu du recyclage.

## **Mise en œuvre**

---

### **Oui**

Avec les ossatures acier, les éléments constituant la structure peuvent être préparés en usine et montés rapidement et facilement sur le chantier, permettant de réduire la durée du chantier. Les dimensions des éléments sont plus précises. L'acier permet une facilité d'extension des constructions. Les reprises sur ossature métal sont plus faciles que sur les structures en béton.

### **Mais**

L'acier est un grand conducteur thermique. L'utilisation du fer est nécessairement accompagnée d'un système d'isolation "colossale" puisqu'il occasionne facilement des ponts thermiques dans le bâtiment. Le lambda du fer est de 60, celui de la pierre dense de 2, celui du béton de 1,8 et celui du bois de 0,2. Par conséquent, l'utilisation du fer doit être bien pensée en faisant attention à son emplacement dans le bâtiment pour qu'il ne puisse pas induire une consommation plus grande d'énergie dans le bâtiment.

### **Oui**

La résistance mécanique de l'acier réduit la quantité de matériau nécessaire, à performance et sécurité égales, par rapport à d'autres matériaux. Beaucoup plus léger, le métal permet d'alléger toute la structure, et de gagner en espace, deux points qui donnent plus de souplesse à la construction. Citons l'exemple du tablier du viaduc de Millau : si l'on avait choisi la solution béton, il en aurait fallu 120 000 tonnes, contre seulement 36 000 tonnes d'acier nécessaires pour la solution retenue.

### **Mais**

L'acier a une forte conductibilité thermique. Cela signifie que sa température augmente rapidement lors d'une exposition à la chaleur. Il a une médiocre tenue au feu. Par conséquent, Il est indispensable d'avoir un enrobage adéquat pour isoler l'acier. Ceci engendre parfois l'utilisation de certaines laines minérales (pour protéger l'acier) qui restent très controversées quant à leur effet sur la santé. Mais, il convient de préciser que de nombreux procédés existent aussi pour l'amélioration du comportement au feu des structures métalliques et qui utilisent des produits sains, comme les panneaux isolants à

base de plâtre ou encore les écrans anti-rayonnement thermique : des panneaux en tôle mince utilisés pour protéger des structures extérieures entre autre, etc...

Le bilan d'un produit doit comprendre toutes les consommations induites par son usage et le fer induit toujours des produits complémentaires (produit de protection contre la corrosion, produit de protection pour la tenue au feu...)

### Oui

Sur chantier, l'emploi de l'ossature acier supprime le recours à l'eau (filière sèche), avec des conséquences multiples : pas de gaspillage d'eau, pas d'humidité à évacuer dans les parois, pas d'attente pour le durcissement des ouvrages, pas de rejet comme la laitance du béton qui peut colmater les réseaux d'assainissement ou polluer les eaux superficielles par des matières en suspension.

### Mais

Le processus de fabrication de l'acier demande beaucoup d'eau. Il faut une quantité importante d'eau pour refroidir les installations car l'acier est travaillé à 1500° C.

## Usage

---

### Oui

L'avènement au XIX<sup>e</sup> siècle du matériau acier a fondamentalement contribué à l'évolution de l'architecture, en ouvrant des possibilités jusqu'alors insoupçonnées dans le domaine des portées et des hauteurs de bâtiments.

Comparativement aux autres alliages métalliques ou autres matériaux, l'intérêt majeur des aciers réside d'une part dans le cumul de valeurs élevées dans les propriétés mécaniques fondamentales : résistance aux efforts ([module d'élasticité](#), [limite élastique](#), résistance mécanique), [dureté](#) et résistance aux chocs ([résilience](#)). Les autres métaux présentent des qualités intéressantes : aluminium (légèreté, résistance à la corrosion), zinc (résistance à la corrosion), cuivre (résistance à la corrosion, malléabilité, propriétés bactéricides).

### Mais

L'acier a aussi des inconvénients et pas les moindres, notamment une mauvaise résistance à la [corrosion](#),

Il nécessite dans certains cas une protection vis-à-vis du feu. L'acier est incombustible mais en cas d'incendie, sa stabilité au feu diminue rapidement avec la température.

Depuis 2004, l'acier, qui représente entre 5 et 8 % du prix d'un ouvrage terminé, ne cesse de voir son cours s'envoler. Fin décembre 2007, la tonne coûtait environ 400 €. Fin 2008, elle coûtait environ 700 €.

## Elimination en fin de vie

---

### Oui.

Dans le domaine de la construction, il est facile de déconstruire les bâtiments en acier et de recycler leurs composants. Les constructions acier en fin de vie ne nécessitent pas de démolition. Elles peuvent être démontées facilement, en toute sécurité et proprement, puis, éventuellement, remontées ailleurs. Il s'agit d'une déconstruction sélective, qui évite bruit, poussières et autres nuisances à l'environnement local.

## **Mais**

Dans la construction traditionnelle, les éléments métalliques sont très diversifiés et dispersés dans le bâtiment. Leur récupération nécessite une déconstruction sélective et un tri rigoureux.

## **Bibliographie**

[www.maison-solaire.com](http://www.maison-solaire.com)

[www.sfc.fr](http://www.sfc.fr) \_ Société Chimique de France

[www.senat.fr](http://www.senat.fr) - rapport d'information sur l'acier

[www.wikipedia.fr](http://www.wikipedia.fr)