

## LES SECTIONS LAMINÉES À CHAUD : LA SOLUTION POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA CONSTRUCTION

Lucien WEBER

Arcelor Commercial Sections - Luxembourg

### ABSTRAIT

Aujourd'hui, l'acier contribue au développement durable d'une société respectueuse de l'environnement. En particulier, les sections laminées à chaud réussissent à concilier les aspects d'équité sociale, de rentabilité économique et du respect de l'environnement.

L'acier respecte le principe des 3 « R », à savoir 'Réduire, Réutiliser, Recycler'. D'abord, l'utilisation des sections laminées à chaud dans la construction limite les nuisances sur chantier en réduisant, grâce à la préfabrication en atelier, les émissions de bruits, poussières et déchets. Aussi, le développement de nuances à haute limite élastique permet une réduction substantielle des tonnages mis en œuvre avec comme conséquences supplémentaires des diminutions de consommation en énergie pour ce qui concerne les transports, la fabrication, le montage et les fondations. Ensuite, les sections servent à ouvrir les espaces flexibles et lumineux. Elles permettent de modifier ou d'agrandir les lieux pour s'adapter à d'autres fonctionnalités. Les sections laminées à chaud sont durables et leur durée de vie est souvent plus importante que celle des bâtiments dans lesquels elles servent de structure. A la fin de leur vie utile, les sections peuvent être aisément recyclées. Parmi les matériaux de construction usuels, les sections laminées à chaud sont les produits les plus recyclés au monde et celles récupérées sont indéfiniment recyclables. De nos jours, les sidérurgistes utilisent la filière électrique pour une production des sections basée exclusivement sur la mitraille recyclée dans des installations modernes et conformes aux exigences en matière de protection de l'environnement.

Les structures en acier offrent la possibilité de respecter les principes du développement durable. Une bonne conception permet la construction de bâtiments économiques en consommation d'énergie. Finalement, les bâtiments en acier sont sûrs, économiques, esthétiques et durables.

### 1. INTRODUCTION

Le développement durable influence de plus en plus certains aspects de notre vie depuis que nous réalisons l'importance de l'impact que nos actions peuvent avoir sur la vie des générations futures.

Nos bâtiments, avec une consommation en énergie élevée durant leur durée de vie, ont une influence importante sur l'environnement et il devient primordial d'améliorer et d'optimiser leur conception ainsi que les matériaux utilisés pour leur construction. Les sections laminées à chaud, utilisées essentiellement pour la construction des structures portantes des bâtiments, possèdent des atouts environnementaux certains parce qu'elles permettent de satisfaire le principe des 3 « R », à savoir 'Réduire, Réutiliser, Recycler'.

### 2. RÉDUIRE

Une bonne conception constitue la base des constructions durables. Les décisions prises à ce niveau ont le plus grand effet sur les impacts environnementaux du projet. L'utilisation intelligente de l'acier

permet de réduire les quantités de matériaux mis en œuvre et de réaliser des immeubles énergétiquement efficaces.

### 2.1. Conception efficace des structures en acier

Le rapport résistance/poids très favorable du matériau acier permet de construire des structures légères qui nécessitent, par rapport à d'autres matériaux de construction, des moyens plus faibles en matière de transport et de montage ainsi que des fondations plus légères. Aussi, les aciers à haute limite élastique permettent la réalisation de gains économiques substantiels par rapport aux aciers de construction conventionnels (figures 1 et 2). L'avantage environnemental de ces aciers est à peu près proportionnel au gain de poids.

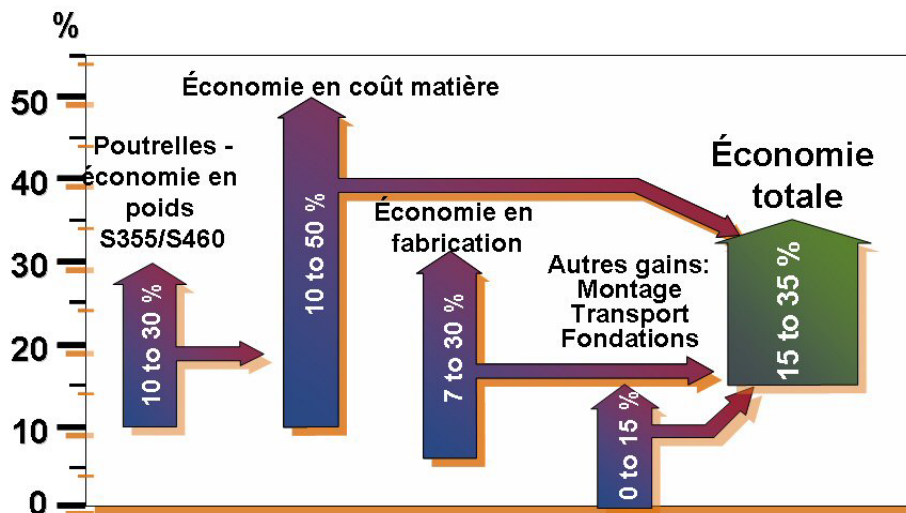


Figure 1 : Avantages économiques de l'utilisation d'un acier de construction S460 par rapport à un S355

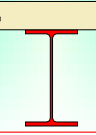
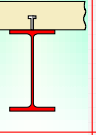
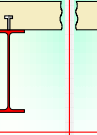
| Type de construction     | non-mixte                                                                           | mixte                                                                               | mixte                                                                               | mixte                                                                                 |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Nuance acier             | S 235                                                                               | S 235                                                                               | S 355                                                                               | S 460                                                                                 |
| Section                  |  |  |  |  |
| Profilé                  | HE 650 A                                                                            | HE 550 A                                                                            | IPE 550                                                                             | IPE 500                                                                               |
| Réduction en poids acier | -                                                                                   | 13 %                                                                                | 44 %                                                                                | 52 %                                                                                  |

Figure 2 : Réduction de poids des structures grâce à l'utilisation d'aciers de construction à haute limite élastique

Grâce aux poutrelles en acier, il est possible de couvrir des portées importantes, permettant la construction d'espaces ouverts et flexibles capables de s'adapter aux changements éventuels d'utilisation au cours de la durée de vie du bâtiment (figure 3). Aussi, la mise en place d'éléments porteurs minces permet d'augmenter la surface utilisable dans les bâtiments.



Figure 3 : Espace ouvert et flexible grâce aux grandes portées des poutres en acier

## 2.2. Réduction de la consommation en énergie

Dans l'analyse du cycle de vie, les poutrelles n'interviennent pas directement dans le bilan de l'énergie nécessaire à opérer un bâtiment. L'énergie emmagasinée dans les sections en acier est l'énergie requise pour trouver, récolter et convertir les matériaux primaires en produits utilisables dans les constructions, puis les transporter et les mettre en œuvre dans les structures. L'acier permet de construire avec des masses réduites et le recyclage de l'acier réduit considérablement la quantité effective d'énergie emmagasinée. Dans le cas de bâtiments multi-étages, l'acier utilisé pour la construction de la structure n'a guère d'impact sur l'énergie totale utilisée. En considérant une durée de vie de 60 ans pour ce type de construction, l'énergie opérationnelle (climatisation, chauffage et entretien) est en effet jusqu'à 10 fois supérieure à l'énergie grise emmagasinée dans les matériaux de construction (figure 4). La réduction de l'énergie opérationnelle permet donc la réduction substantielle des impacts environnementaux.

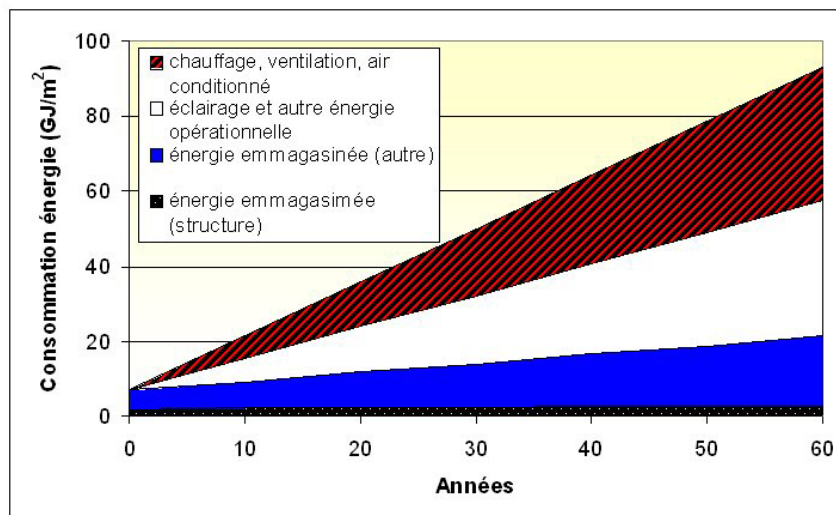


Figure 4: Energie emmagasinée et opérationnelle pour un bâtiment commercial avec une durée de vie de 60 ans

Les structures en acier permettent la réalisation d'immeubles énergétiquement efficaces. Munies des façades à haute isolation thermique, les structures légères en acier permettent soit de concevoir les immeubles « secs » où l'énergie n'est pas inutilement absorbée par la masse (figure 5), soit des structures avec planchers composites acier-béton ayant une capacité thermique suffisante pour l'utilisation de stratégies de ventilation naturelle, rendant inutiles les solutions constructives lourdes (figure 6)

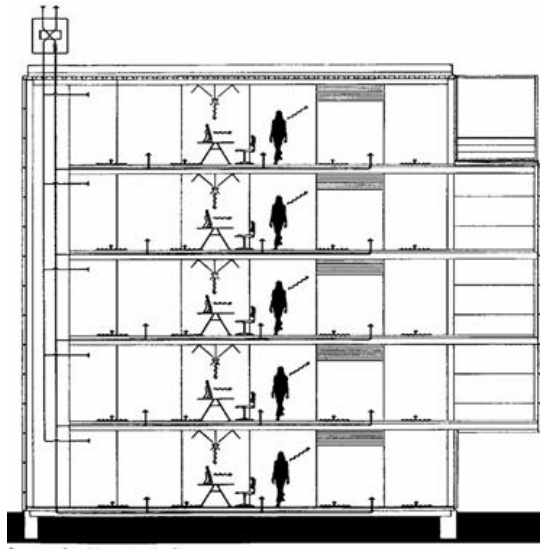


Figure 5 : Bâtiment avec structure légère en acier et planchers « secs »

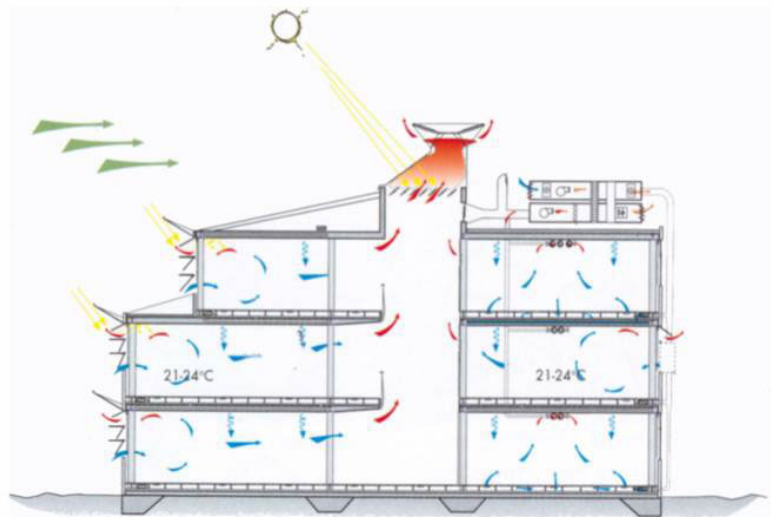


Figure 6: Bâtiment avec structure en acier et plancher conventionnels permettant une stratégie de ventilation naturelle

## 2.3. Préfabrication

Les structures en acier sont généralement préfabriquées en atelier dans un environnement contrôlé et sûr. De nos jours, les logiciels de conception CAD sont intégrés à ceux de la fabrication, facilitant ainsi la production d'éléments précis et sans défauts. La fabrication génère presque exclusivement des déchets récupérés en atelier. Grâce aux assemblages secs, les éléments préfabriqués ne nécessitent plus aucun ajustement ultérieur sur chantier. Combinées aux techniques modernes de logistique et de montage, les structures en acier permettent ainsi un avancement rapide de la construction sans génération de déchets notables sur chantier (figure 7).



Figure 7: Chantier de construction type d'une structure en acier avec éléments préfabriqués

## 3. RÉUTILISER

La durabilité dans la construction exige la conception de bâtiments à longue durée de vie avec un minimum de maintenance et d'apports en énergie opérationnelle.

### 3.1. Rénovation

Dans le but de la sauvegarde de valeurs culturelles et historiques, la rénovation, le renforcement et la modernisation à l'aide de constructions en acier contribuent au développement durable par le biais de la prolongation de la durée de vie de structures existantes (figure 8). Grâce à la flexibilité de l'acier, les espaces intérieurs des anciens bâtiments sont ouverts et optimisés. Aussi, l'acier ne nécessite pratiquement aucun entretien dans le cas d'applications intérieures si ce n'est pour des raisons esthétiques.

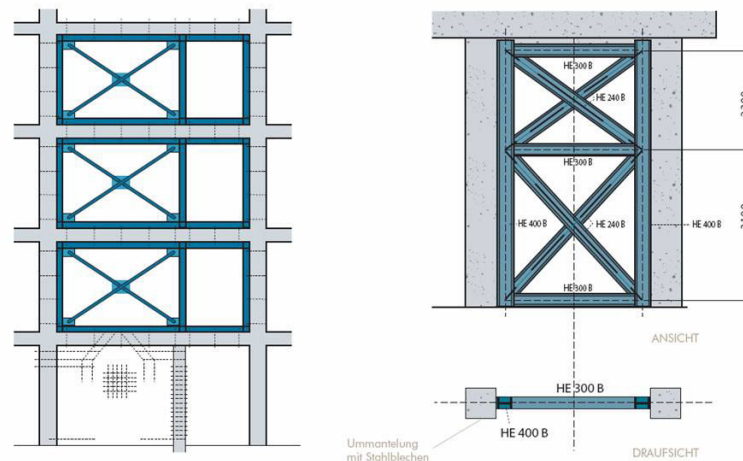


Figure 8: Exemple d'un renforcement sismique d'une structure historique à l'aide de cadres métalliques

### 3.2. Flexibilité

Les constructions durables doivent être aptes à s'adapter aux changements d'utilisation, y inclus les remplacements des systèmes de chauffage, de climatisation, et d'illumination. Les structures à base de poutrelles se prêtent aisément à ces travaux en permettant le réaménagement intérieur ainsi que des extensions horizontales et verticales des constructions. Ainsi, les coûts associés au cycle de vie et les impacts environnementaux sont réduits puisqu'une valeur ajoutée est dégagée à partir de la ressource d'origine.



Au cas où une extension de la durée de vie n'est plus envisageable ou désirable, il est important de minimiser les impacts de fin de vie. En supposant une conception appropriée, les structures à base de poutrelles sont aisément démontables et peuvent servir soit à la reconstruction du même type de bâtiment à un autre endroit, soit à l'utilisation des éléments individuels pour la construction d'une autre structure. Ainsi, la réutilisation offre des avantages environnementaux bien plus importants que le recyclage (figure 9).



Figure 9: Pavillon du Christ à l'Exposition Mondiale à Hanovre - structure à base de poutrelles utilisées pour la construction d'une église et d'un laboratoire après démontage du bâtiment d'origine.

## 4. RECYCLER

L'acier récupéré peut être recyclé de façon infinie sans dégradation au niveau de ses performances mécaniques. Aujourd'hui, en Europe de l'Ouest, le taux de récupération des sections de la chaîne des déchets est de ~94% dont 84% sont recyclées et 10% sont réutilisées. Il s'agira dans les années à venir, d'augmenter sensiblement ce taux de réutilisation.

Pour la production des sections laminées à chaud, l'utilisation de ressources naturelles de la terre est réduite grâce à l'emploi exclusif de mitraille. La filière électrique constitue en effet l'état de l'art en matière de production des poutrelles. Elle est propre et économique en énergie (figure 10) et utilise comme matériau de base dans des fours électriques à 100% l'acier récupéré et recyclé. En plus, les produits secondaires et les déchets de la filière électrique sont recyclés :

- la scorie provenant de la filière électrique est utilisée comme agrégat de premier choix dans la construction des routes,
- la scorie provenant de la métallurgie secondaire est utilisée comme fertilisant agricole,
- le zinc contenu dans les poussières provenant de la filière électrique est récupéré par l'industrie non-ferreuse.

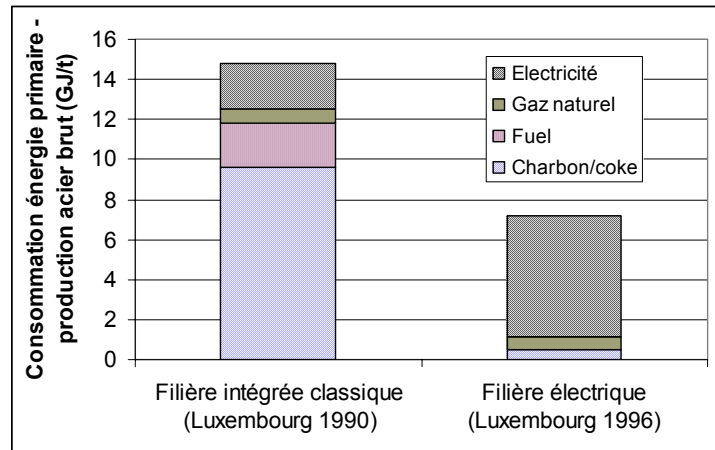


Figure 10: Comparaison de la consommation en énergie primaire des filières de production acier intégrée classique et électrique

Dans la filière électrique, l'acier est recyclé sans perte de qualité. Grâce à l'ajout de petites quantités d'alliages, il est possible d'obtenir bien au contraire des aciers à haute limite élastique et des aciers avec des propriétés spécifiques requises par exemple dans des applications avancées comme l'offshore. L'impact environnemental des alliages dans l'acier est négligeable dans l'analyse du cycle de vie à cause de leur faible quantité.

## 5. RÉSUMÉ

Les poutrelles laminées à chaud contribuent au développement durable d'une société respectueuse de l'environnement :

- Elles sont produites exclusivement à partir de mitraille recyclée dans des installations modernes et conformes aux exigences en matière de protection de l'environnement,
- Les sections laminées à chaud sont les produits de construction les plus recyclés au monde,
- L'utilisation de sections laminées à chaud dans la construction limite les nuisances sur chantier en réduisant les émissions de bruits, poussières et déchets,
- Les sections laminées à chaud sont durables et permettent une optimisation dans l'utilisation des matériaux, la préfabrication, la réutilisation et/ou le recyclage.

Les structures à base de poutrelles respectent les principes du développement durable. En effet :

- elles permettent la construction de bâtiments économiques en consommation d'énergie,
- elles sont sûres, durables, économiques et esthétiques,
- elles sont aisément adaptables en cas de changement d'utilisation,
- elles peuvent être conçues pour un démontage et un remontage ultérieurs.

## 6. RÉFÉRENCES

Agenda 21 on sustainable construction, CIB Report Publication 237, 1999

Ecobuild in steel, Eurofer, Brussels, 1995

Brochure ProfilARBED, Structural shapes in sustain-able buildings, Luxembourg, 2002.