

# Cours de structures en métal

TGC 10, chapitre 3:  
Acier : production, recyclage



# EPD Suisse (2014)

## Profileés en acier 98% recyclé

### = aussi vert que le bois

**HONDA**  
The Power of Dreams



**ECO ACIER**  
Construction durable en acier recyclé

Co

# Néanmoins, production acier demande bcp d'énergie, moins de réductions possibles en particulier pour produire à partir des ferrailles. D'où compensations CO2, etc.

Nouvelles et articles techniques

ArcelorMittal construira une usine de biogaz au Luxembourg pour réduire les émissions de CO2



Remplacer le gaz naturel consommé par des sources d'énergie biogéniques est un pas en avant durable pour notre planète. ArcelorMittal collabore avec Vow ASA et Encevo pour construire une usine de production de biogaz à Rodange, qui réduira les émissions de CO2 produites pendant le processus de fabrication d'acier.

Xcarb, acier « décarboné »

Nouvelles et articles techniques

Magnelis® contribue à l'augmentation des énergies renouvelables en Europe de l'Est

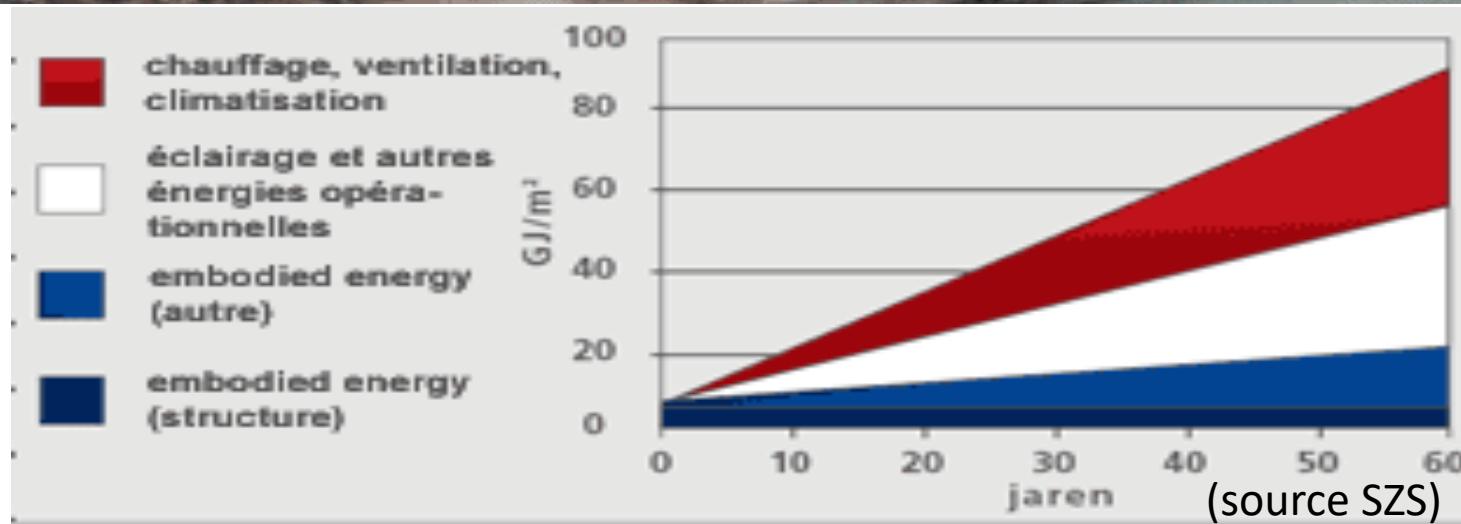
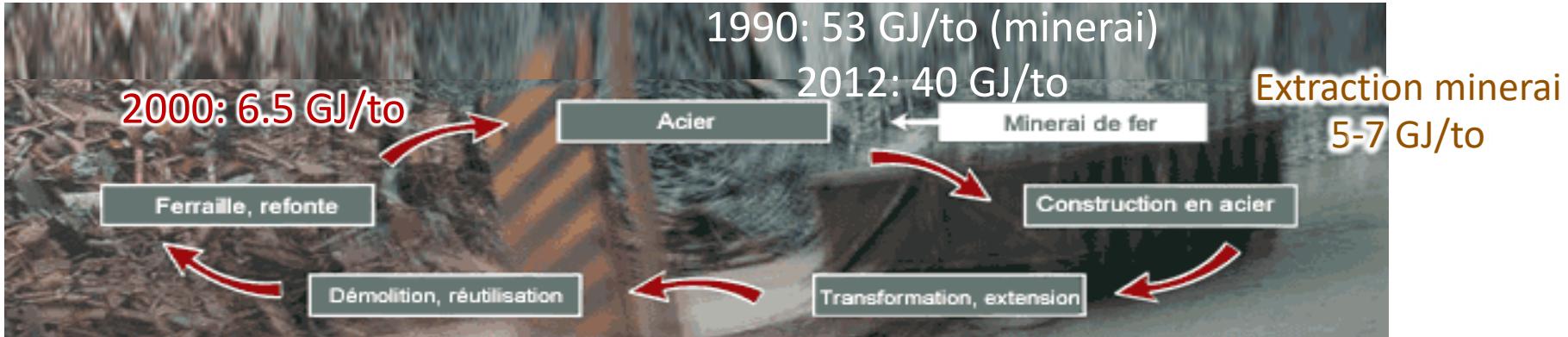


Magnelis® d'ArcelorMittal Europe - Flat Products augmente l'attractivité de l'énergie solaire pour les investisseurs en prolongeant la durée de vie des fermes solaires. Deux des plus grands fabricants polonais de systèmes de supports photovoltaïques, Energy5 et Corab, bénéficient des avantages de Magnelis®.

Par rapport à la production, à partir de minerai surtout, 2 voies technologiques à l'étude:

- Utilisation de l'hydrogène dans les processus:
  - a) de réduction directe du fer + acierie électrique, et b) dans le haut fourneau.
- Extension de la voie Smart Carbon, utilisant aussi l'hydrogène comme agent réducteur.
- Conditions: production d'hydrogène propre, décarbonée, donc par électrolyseurs utilisant des énergies renouvelables. Et aussi utilisation d'électricité de sources renouvelables pour fours électriques.
- **Ces technologies ne résolvent qu'une partie du problème. Les effets les plus importants sont l'extension de la durée de vie et la conception modulaire, pour l'adaptation et la réutilisation.**

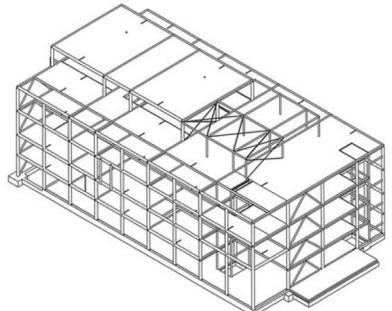
# Cycle de vie de l'acier, développement durable



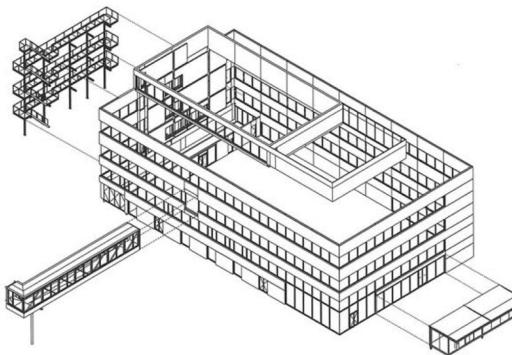
- CO<sub>2</sub>/to, chiffres récents:
- Depuis extraction **1850 kg**
  - Pour acier 100% ferrailles et mix énergétique EU 600 kg
  - Pour XCarb **333 kg**

# Rappel: Concevoir pour démonter « jeu de construction »

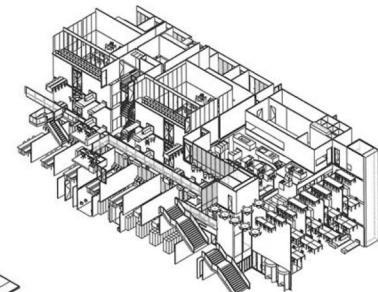
*Temporary Courthouse, Amsterdam (1ère utilisation 5 ans)*



**Charpente métallique  
générique, poutres  
intégrées & planchers  
alvéolaires,  
assemblages  
boulonnés, pouvant  
s'adapter à d'autres  
besoins**



Peau en éléments  
préfabriqués,  
démontables,  
réutilisables



Second-  
œuvre  
individualisé,  
peut être  
facilement  
remplacé, et  
réutilisable

# La production d'acier c'est

*Prod. mondiale acier (crude steel): 1.86 milliard to (2020, record)*

*3 grands: Rio Tinto, Vale Group et BHP Billiton*

*(note: la Chine, 1<sup>er</sup> prod. et consommateur env. 800 millions to)*

*Acier EU28, prod. finis: 168 millions to (2017)      Source : World Steel Association*

*ArcelorMittal (EU-Inde), Hesteel Group (Chine), Nippon Steel, ...*

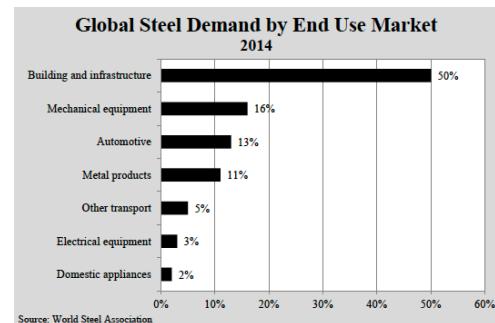
*Types de produits:*      longs 27%

plats 65%

tubes 8%

*Utilisations:*      automobile, emballages

et construction (en CH ~100'000 t/an)



# La production d'acier c'est

*Prod. mondiale acier (crude steel): 1.86 milliard t (2020, record)*

*3 grands: Rio Tint*

*(note: la Chine, 1<sup>er</sup>*

*Acier EU28, prod.*

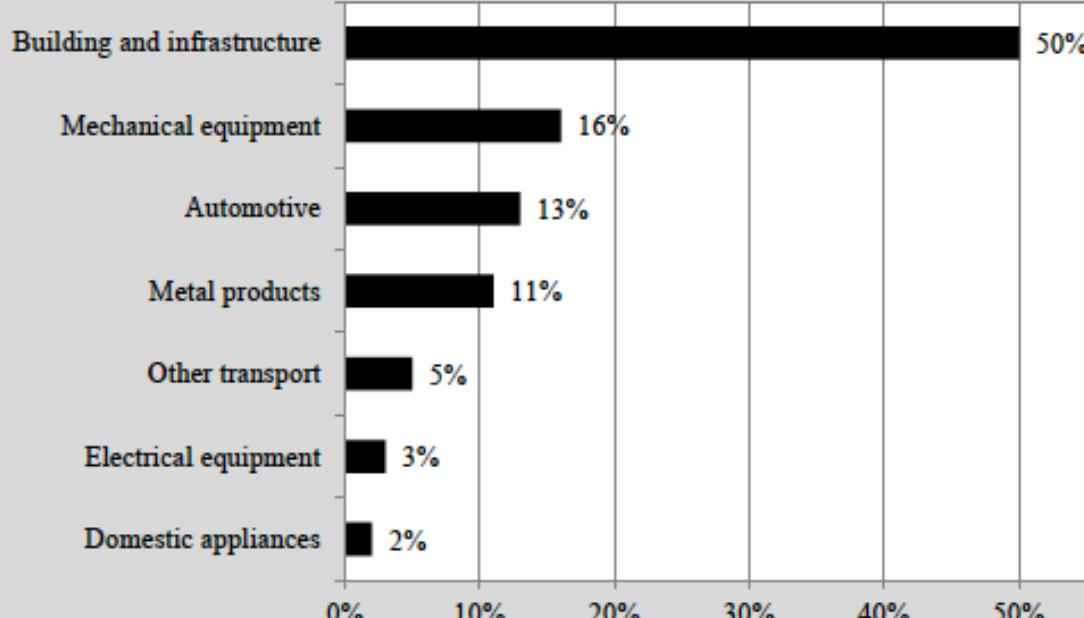
*ArcelorMittal (EU*

*Types de produits*

*Utilisations:*

**Global Steel Demand by End Use Market**

2014



Source: World Steel Association

# La production d'acier c'est

*Au niveau mondial:* mineraï 55%  
électrique (recyclé) 45%

*Au niveau CH & Européen:* 98% de l'acier utilisé  
dans les profilés est de l'acier recyclé



**Un choix responsable.  
Construire pour la vie.**

EU: tous produits acier en construction, recyclage 70 %  
(source: Szs et étude Tech. Uni. München, 2008)

Au niveau mondial: 45 %

En Suisse, les acteurs du marché sont

*Principal “producteur” (inox, aciers spéciaux, fonte, acier coulé):*

Groupe Schmolz + Bickenbach AG (ex. Swiss Steel, Von Moos)

*Distributeurs CH:* Debrunner & Acifer, Saint-Gall  
Brütsch & Rüegger, Zurich

Groupe Miauton, VD

Metallica, VD (non-ferreux, inox)

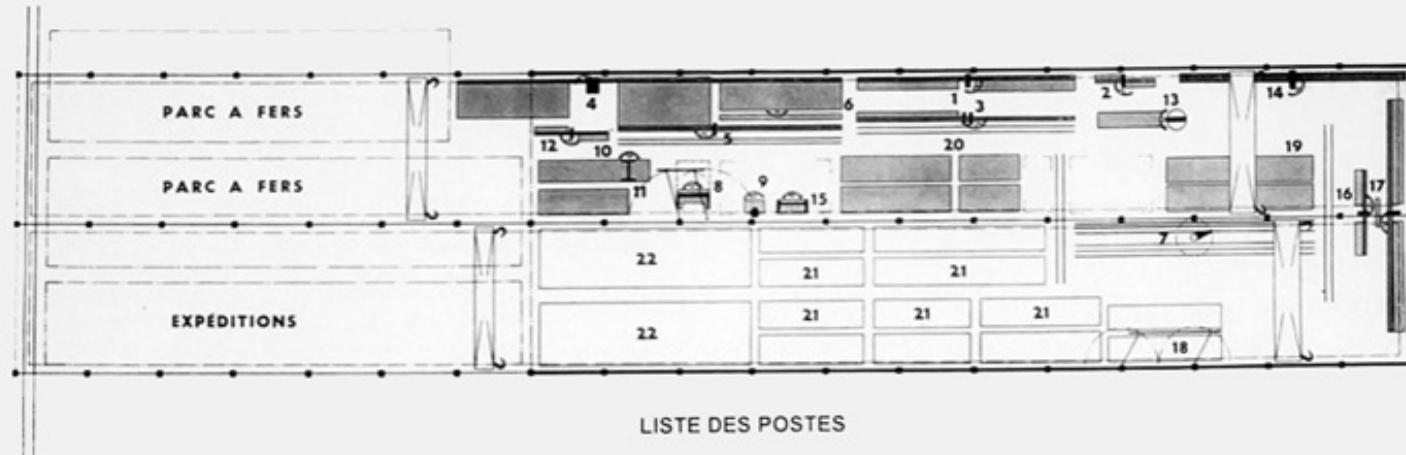
*Infos :* <http://www.szs.ch>

(coordonnées ~250 membres, liens, steelbase, etc.)

**On fait toutes sortes de structures en acier, cela à partir d'un stock de tôles et profilés**



# Circulation dans un atelier (solution avec atelier en U)



- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1 - Banc de cisailage des cornières                         | 8 - Cisaillage avec chantier à billes<br>(guillotine) | 15 - Pliage à la presse hydraulique                |
| 2 - Banc de poinçonnage des cornières                       | 9 - Poinçonnement des goussets avec<br>pantographe    | 16 - Préassemblage par soudure (pièces<br>courtes) |
| 3 - Cisaillage/poinçonnage intégrés pour<br>profilés I et U | 10 - Banc d'oxycoupage                                | 17 - Préassemblage par soudure (pièces<br>longues) |
| 4 - Banc de sciage (scie circulaire)                        | 11 - Reproduction tôles, découpage au<br>chalumeau    | 18 - Poste de soudage manuel                       |
| 5 - Banc de poinçonnage des profils<br>(arcade 2 poinçons)  | 12 - Banc de tronçonnage                              | 19 - Poste de soudure automatique                  |
| 6 - Reproduction des profils                                | 13 - Grugeage   | 20 - Zone d'assemblage                             |
| 7 - Perçage sur radiale                                     | 14 - Dressage avec presse horizontale                 | 21 - Zone d'assemblage boulonné et soude           |

- Pourquoi ?
- Quels sont les avantages/inconvénients ?



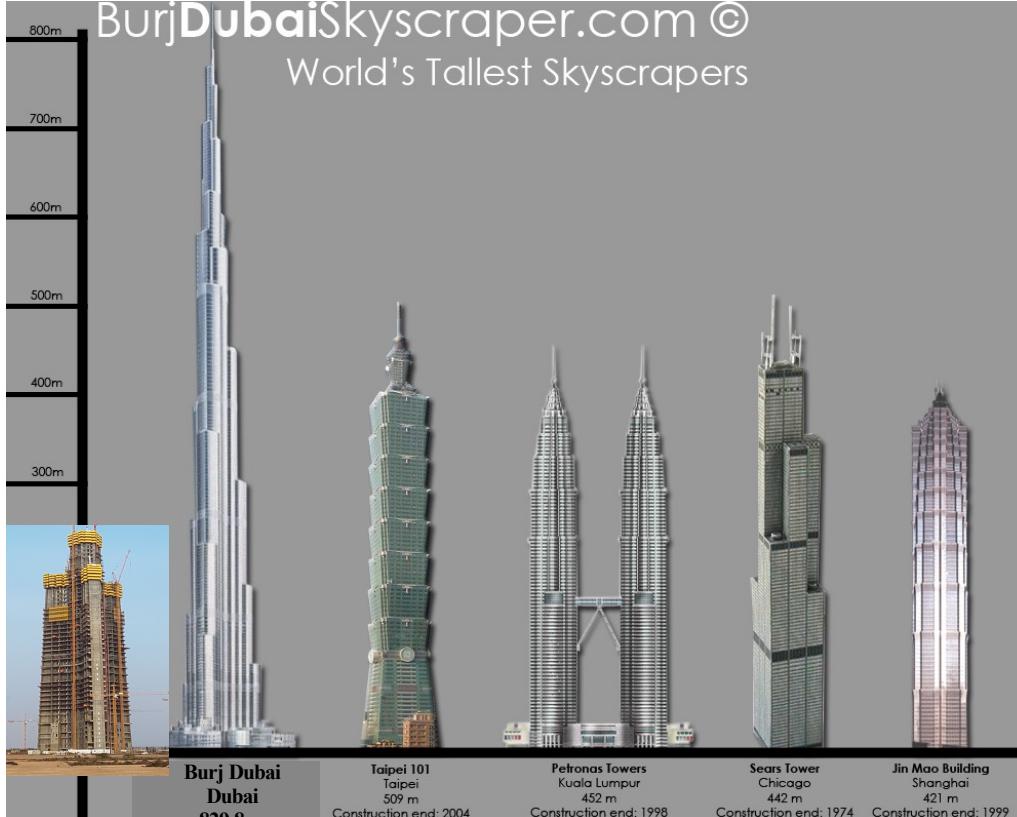
- Rationalisation et standardisation
- Pré-assemblage en atelier
- Montage rapide et aisément

- PP structure peu élevé car bon rapport résistance / poids acier
- Ductile => bon comportement aux séismes
- Incendie: dimensionnement, protection
- Corrosion: protection



John Hancock's  
tower, Chicago  
(1969)  
Ing. Faslur  
Khan  
Arch. Bruce  
Graham, SOM

# Les plus hauts bâtiments du monde



Jeddah Tower  
Construction end 2008

1000 m  
STOPPED > 2030 ?

Prof. A. Nussbaum

16

EPFL

## En acier: Modifications, transformations, et déconstruction aisées



Et si possible réutilisation  
plutôt que recyclage



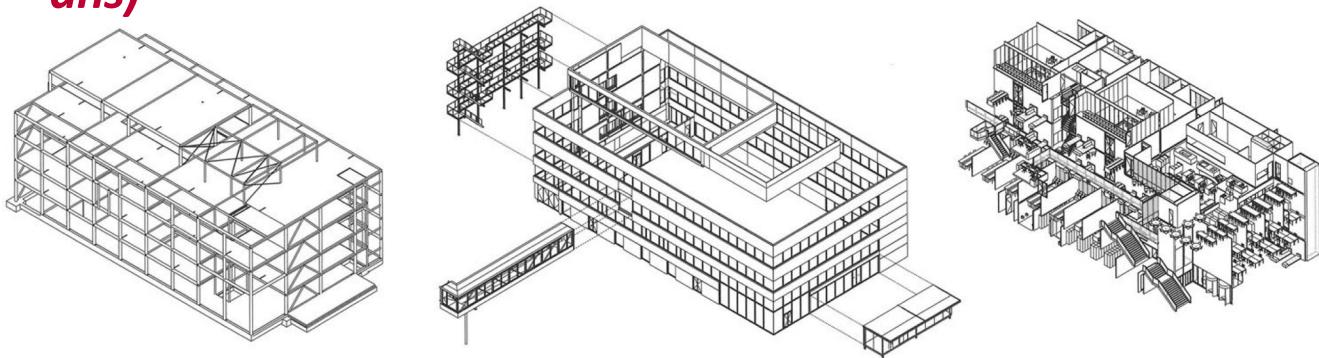
# Concevoir pour démonter « jeu de construction »

## *Temporary Courthouse, Amsterdam (1ère utilisation 5)*



# Concevoir pour démonter « jeu de construction »

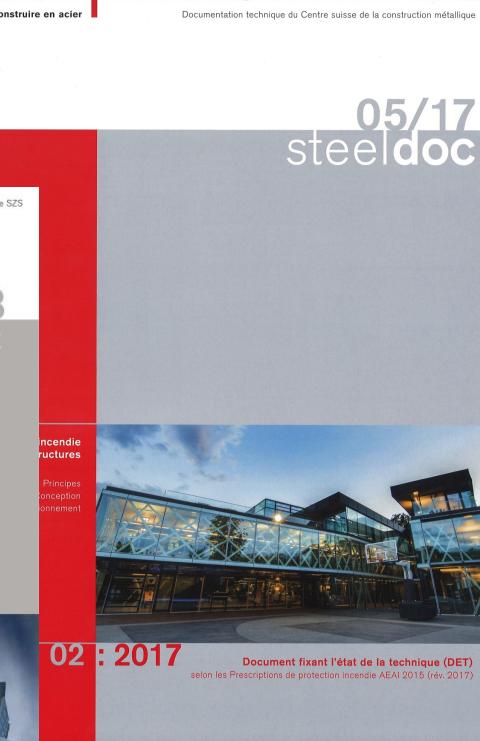
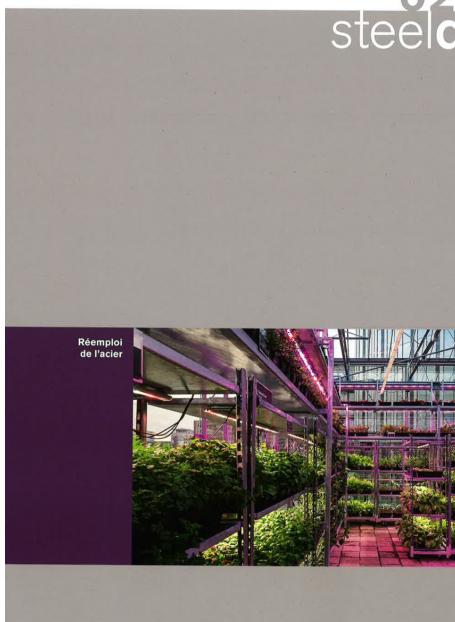
## *Temporary Courthouse, Amsterdam (1ère utilisation 5 ans)*



**Charpente métallique générique, poutres intégrées & planchers alvéolaires, assemblages boulonnés, pouvant s'adapter à d'autres besoins**

Peau en éléments préfabriqués, démontables, réutilisables

Second-œuvre individualisé, peut être facilement remplacé, et réutilisable



**www.szs.ch**

Cours structures en métal (pour vous inscrire, abonnement gratuit pour étudiants)

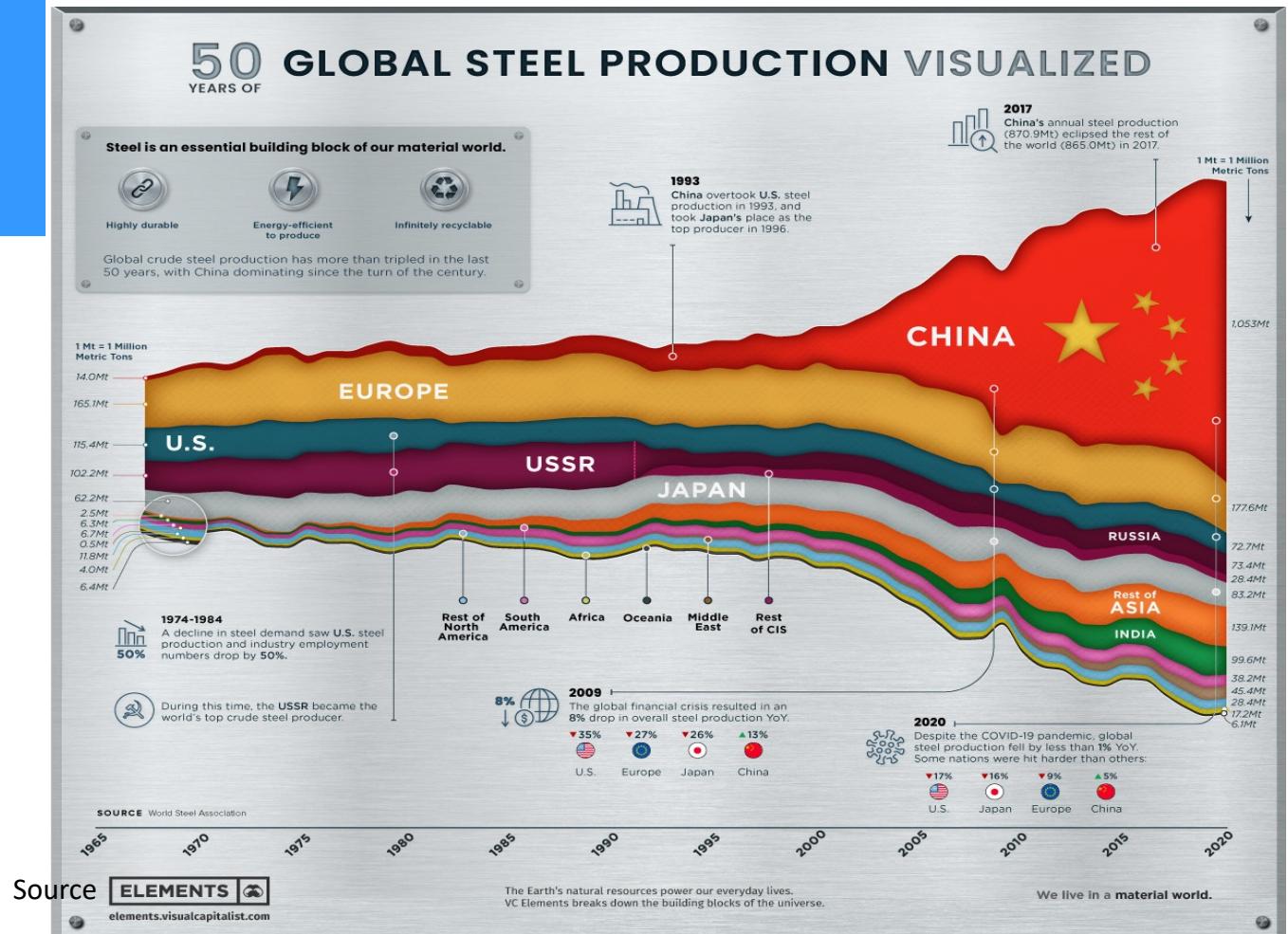
The screenshot displays a grid of 12 cards, each representing a different tool or topic related to steel construction:

- ASSEMBLAGES (Icon: Chain link)
- CAS D'INCENDIE (Icon: Flame)
- PONTS (Icon: Bridge)
- CAD (Icon: CAD drawing)
- SÉISME (Icon: Seismograph circle)
- VITRE (Icon: Window)
- COÛTS (Icon: Bar chart)
- POUTRES À ÂME AJOURÉE (Icon: Hollow section beam)
- DURABILITÉ (Icon: Leaf)
- CONSTRUCTION MÉTALLIQUE (Icon: Heart)
- STATIQUE (Icon: Structural frame)
- CONSTRUCTION MIXTE (Icon: Circle with 'D')



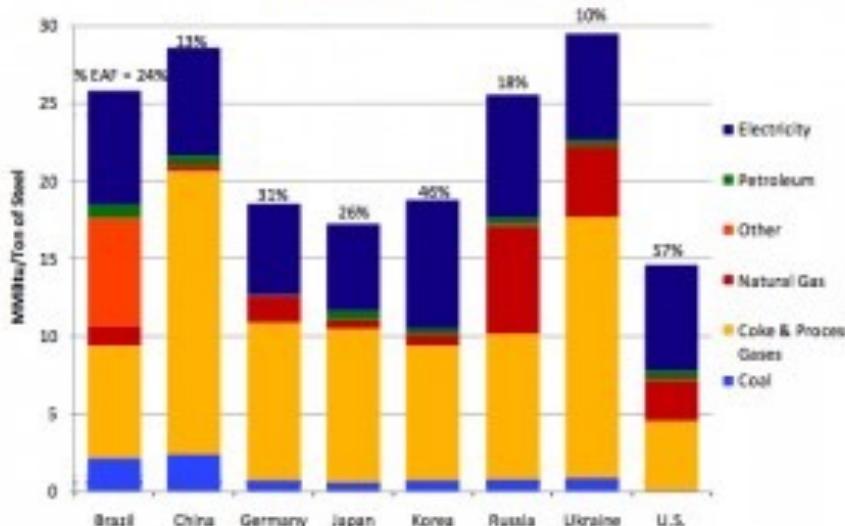
[www.shrivastavagroup.com](http://www.shrivastavagroup.com)

# Annexe: Global steel production evolution

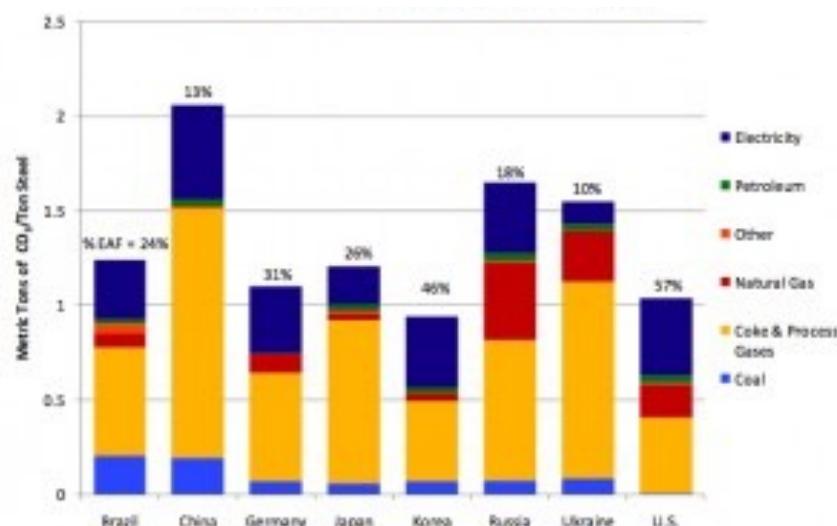


# Energy and CO<sub>2</sub> from major global steel producers

Energy use and sources for electric arc furnaces (EAF)



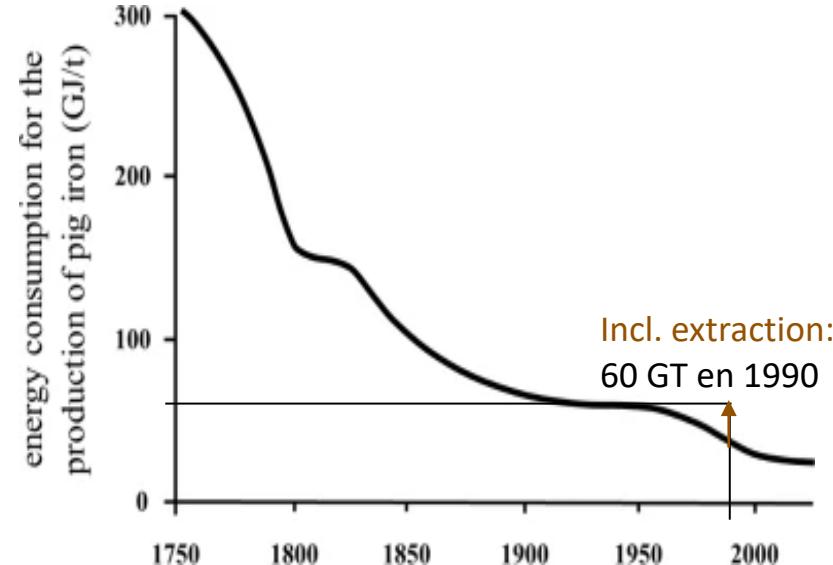
CO<sub>2</sub> emissions and % electric arc furnaces



Source: Data derived from International Energy Agency, CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion Database 2009 Edition (Paris, France: International Energy Agency, 2009).

Source: international energy agency, 2006

# Consommation énergie pour la production d'acier



Source: Smil, V.: Steel Industry in Long-Term Perspective: Efficiencies, Opportunities and Limits, ICEF 2nd annual Meeting, Tokyo, 2015

	Energy needs [GJ/t pig iron]	CO <sub>2</sub> emission [t CO <sub>2</sub> /t pig iron]
blast furnace in year 1850	100	
current average blast furnace	~20	~1.4
current blast furnaces (best practice)	15	1.3
practical minimum energy needs *)	10.4	1.1
absolute minimum energy needs **)	9.8	0.9

\*) calculation including typical energy losses – e.g. reactions and melting of gangue, coal/coke ashes and additives [2]

\*\*) theoretical minimum energy needed to produce liquid iron from iron oxide by reduction with carbon

Bennett, S.: Perspectives on CCS and its application to the steel sector, 79th Session of the Steel Committee, Paris, 2015