

GT – Ecoconception des ouvrages en acier

Groupe de travail lancé mi-2021, composé d'une douzaine de personnes (sidérurgistes, concepteurs)

Michel ROYER-MULLER

Responsable Marchés BTP



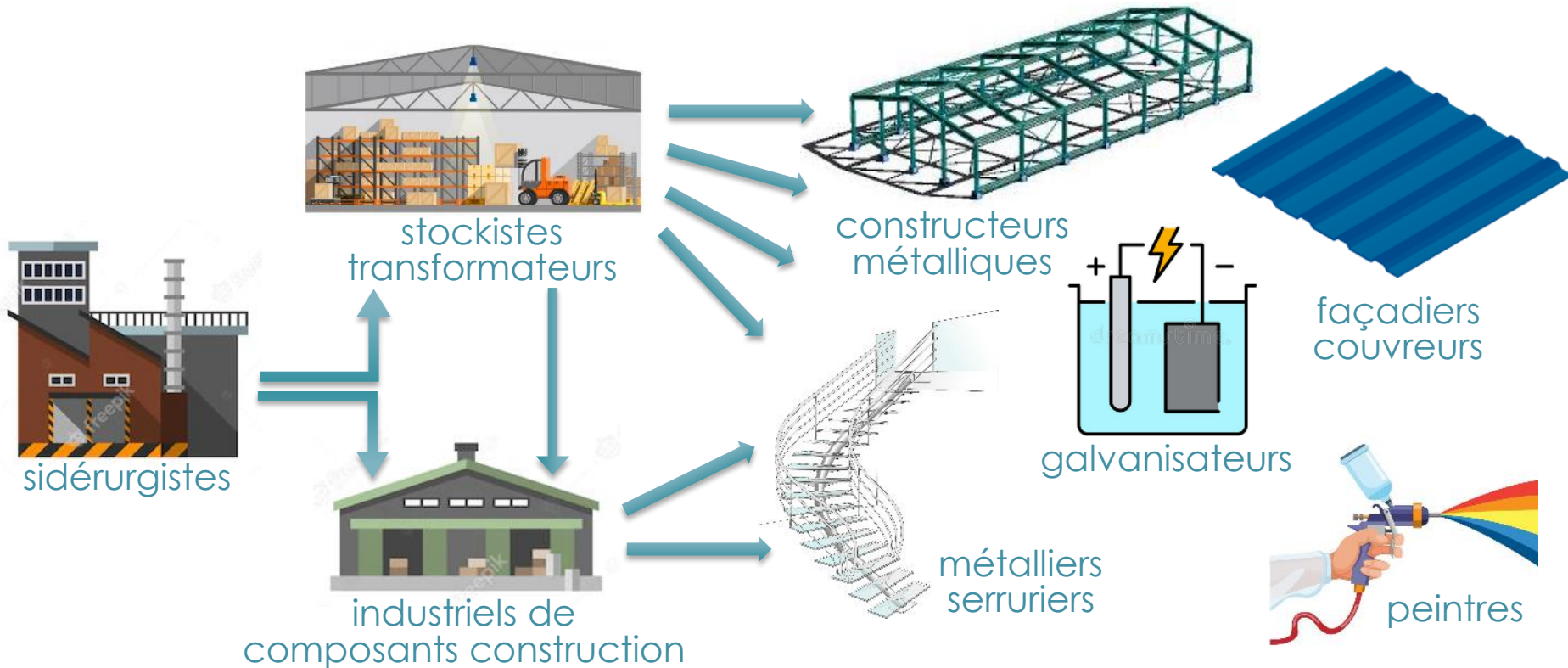
- L'acier décarboné
- L'optimisation dans la conception
- La vie en œuvre
- Recyclage et réemploi en fin de vie

La « filière acier construction » »

- Sidérurgistes (aciers standards, inox)
- Distributeurs, transformateurs – FFDM +...
- Constructeurs métalliques – SCMF
- Métalliers – L'union des métalliers
- Organismes professionnels
 - CTICM
 - Enveloppe Métallique du Bâtiment
 - L'AFTA.P
 - Galvazinc
 - Filière Peinture Anti-corrosion
 - Divers
- 175.000 emplois / 20.000 sites / 40 Md € C.A.



La diversité des métiers de la filière acier construction



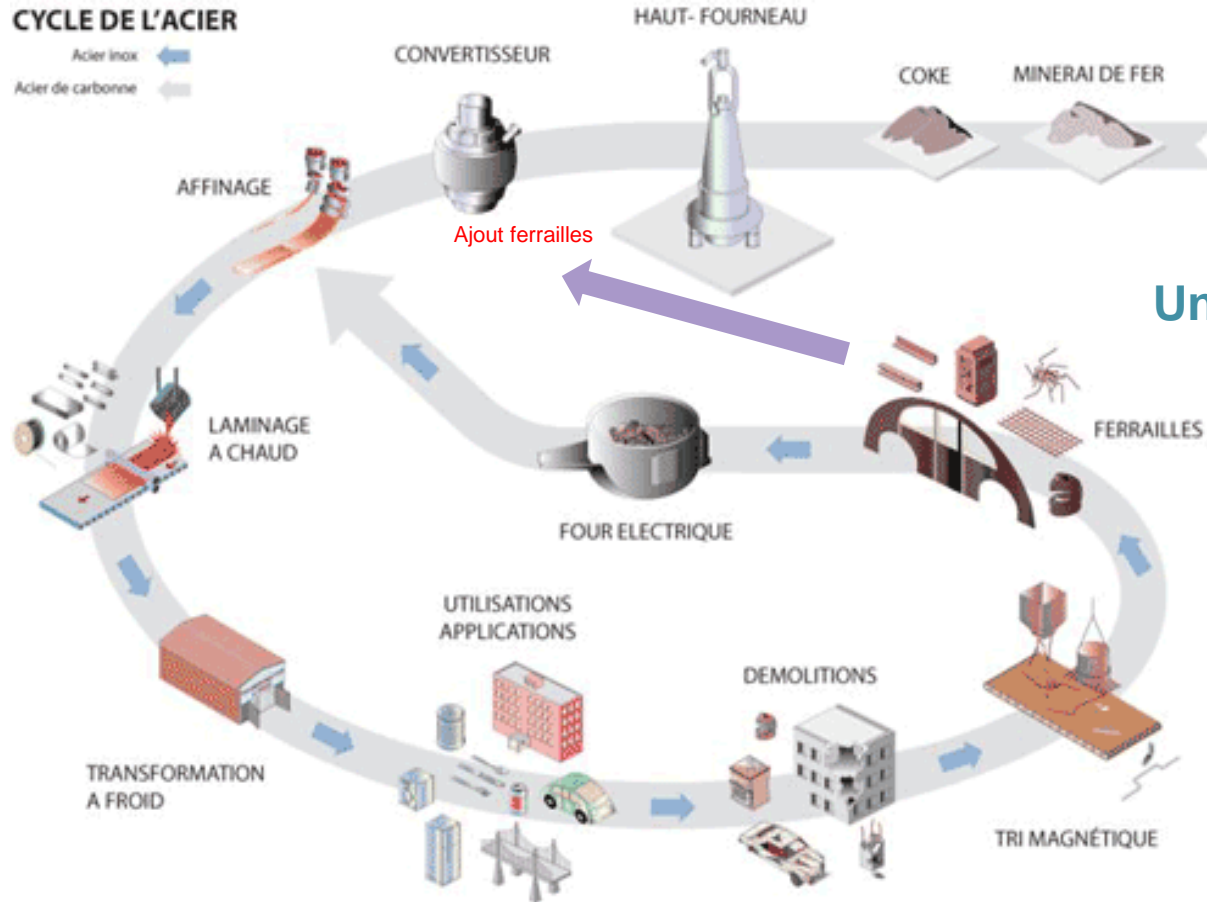
- Acier : un alliage
 - Acier = Fer (Fe) + Carbone (C) avec $C \leq 2 \%$
 - 2 grandes familles : aciers non alliés ou alliés (présence d'autres composés)

→ Il existe donc des aciers !
- Le Fer (Fe) : gisement abondant
 - 6ème composant dans l'Univers
 - 5 % de la masse de la croûte terrestre, 35 % de la masse de la Terre (noyau + manteau)
 - Le Fer est l'élément le plus abondant sur Terre (comparable en masse avec l'O₂)

→ acier, matériau « géo-sourcé »



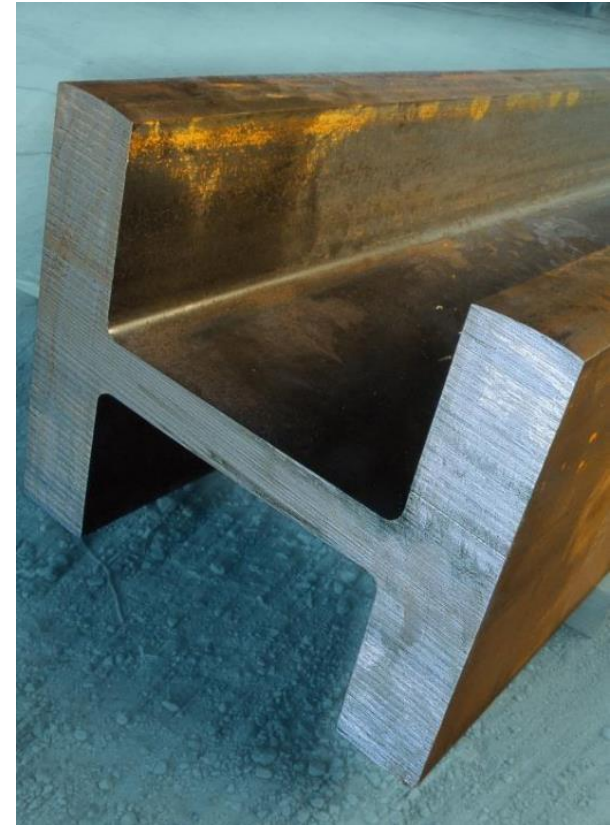
Acier : Fabriquer et recycler



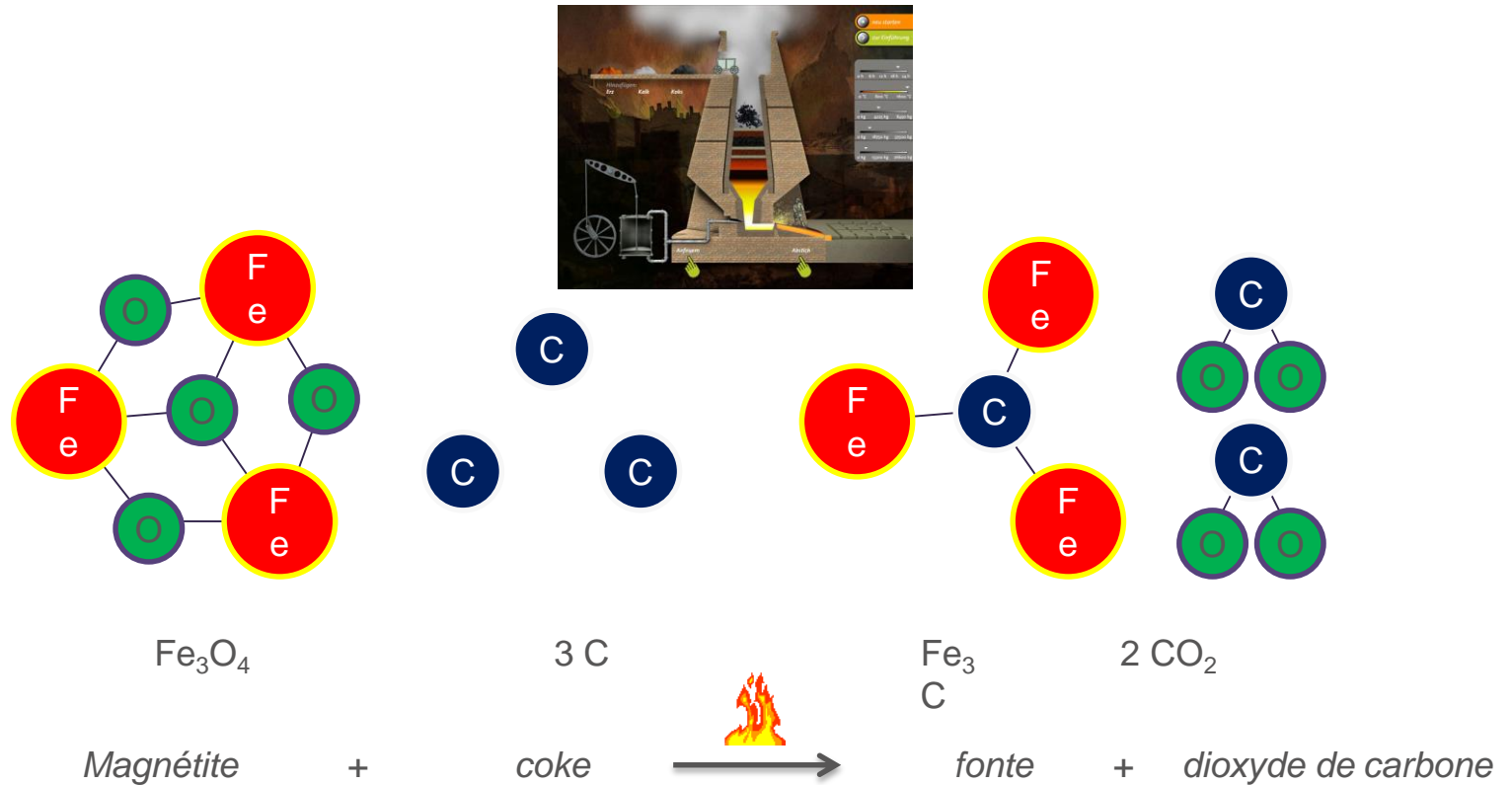
Un cycle en boucle fermée

1-Demain : l'acier décarboné

- La filière sidérurgique sur la voie de l'acier « bas-carbone » / à faible émissions de GES
- Objectifs :
 - réduction des émissions CO₂ de **30 à 55% en 2030** ;
 - acier **neutre en CO₂ en 2050** pour les principaux sidérurgistes
- Rappel : deux voies de fabrication :
filière fonte / filière électrique (ou « ferrailles »)
- Aujourd'hui : la quantité de ferrailles disponibles ne permet pas 100% filière électrique. On tend vers 60% filière Haut-Fourneau / 40% filière Electrique en Europe.
- → Jeter les métaux dans la bonne poubelle !

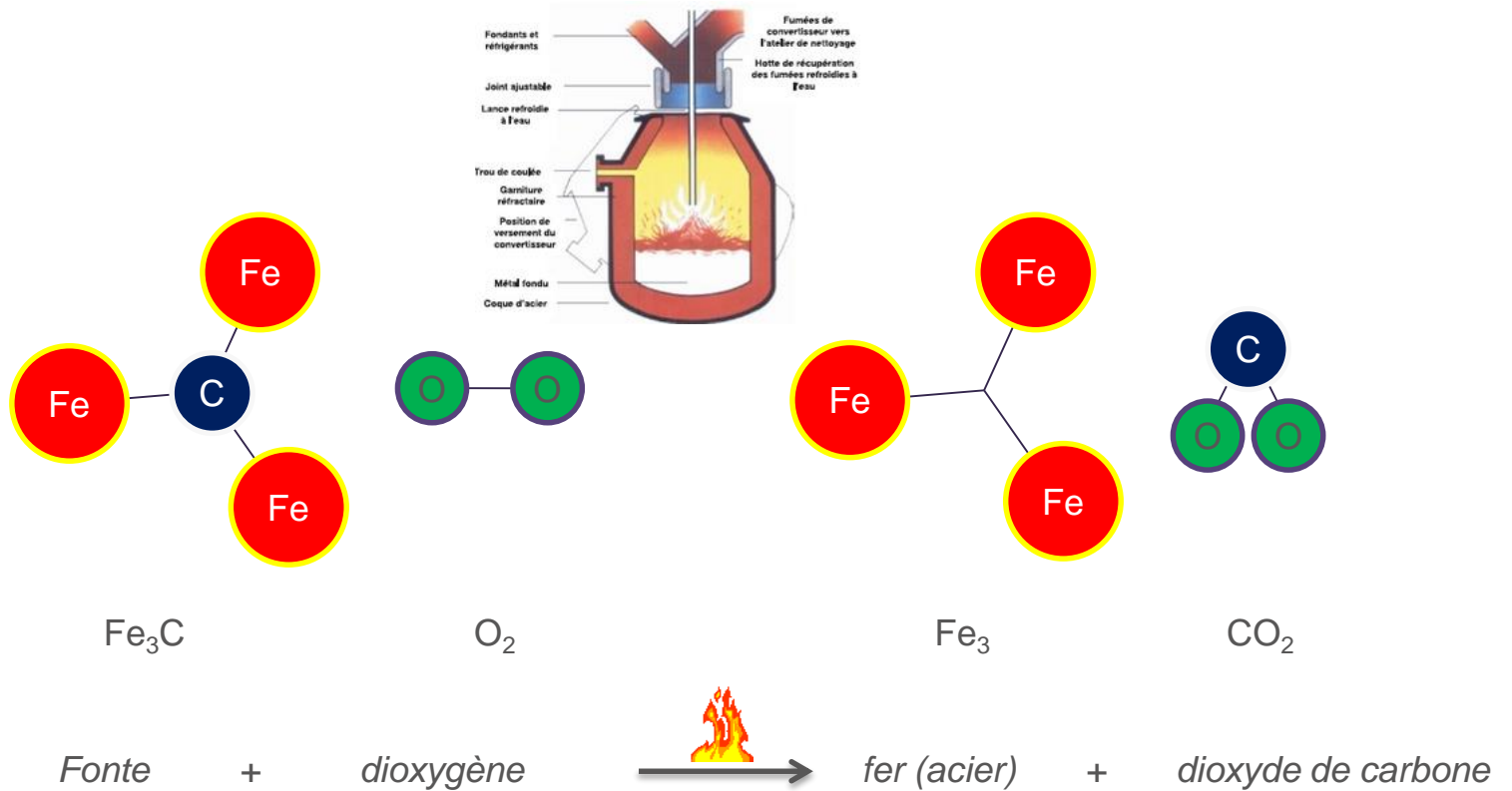


Production d'acier primaire : phase 1 au haut-fourneau

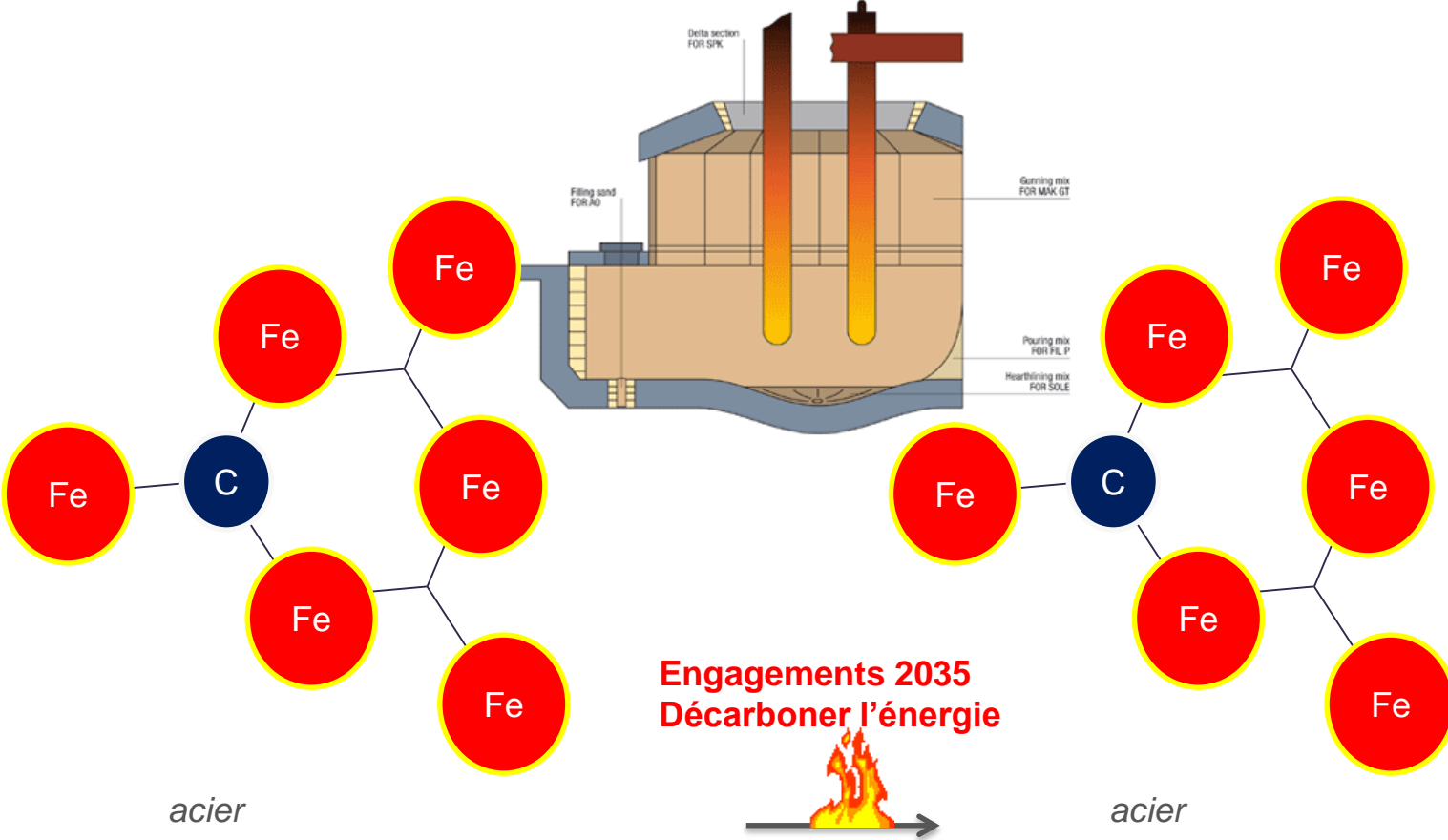


On obtient de la fonte, qu'il faut ensuite transformer en acier

Production d'acier primaire : phase 2 au convertisseur



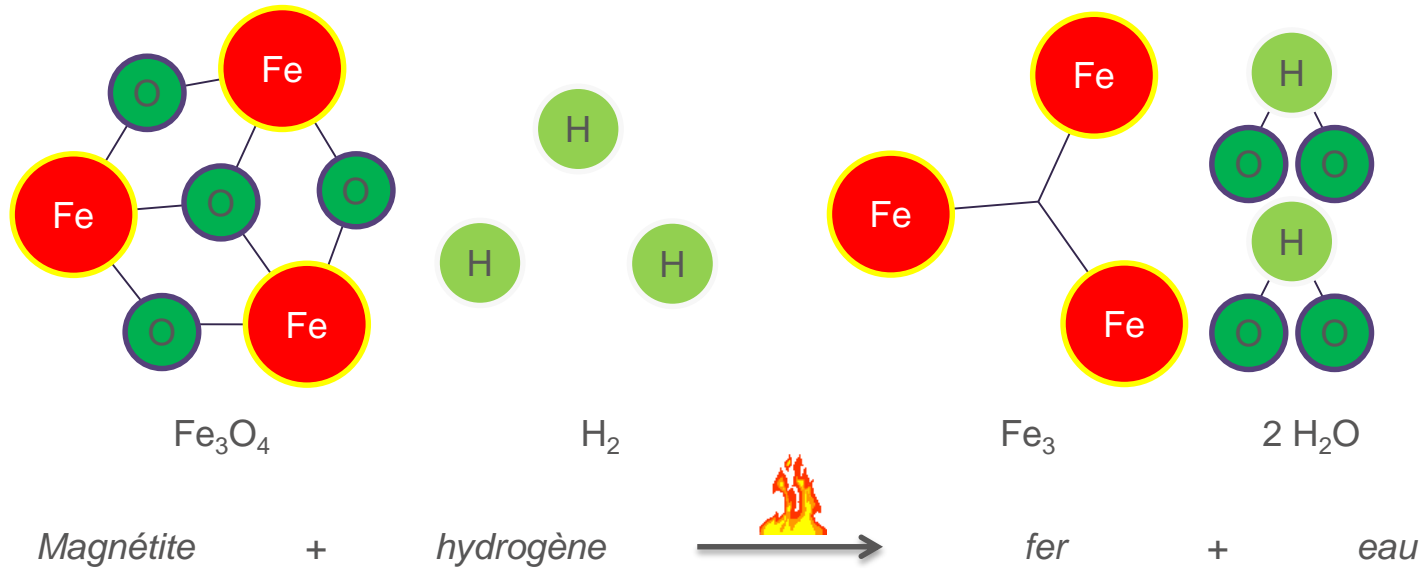
Production d'acier par recyclage



La transformation est déjà en marche!

- Utiliser de l'**électricité** provenant d'énergies **renouvelables** (solaire, éolienne) et non fossile pour les aciéries (surtout électriques) et toutes les étapes de fabrication
- Capturer, purifier et **liquéfier** le CO₂ ou le **valoriser** (partenariat Air Liquide ou production de bio-éthanol en Belgique)
- Au haut-fourneau : remplacer le charbon par du **Gaz naturel**, puis...
- Utiliser de l'**hydrogène** au lieu du gaz naturel pour la réduction du minerai de fer sans émission de CO₂. - **technique D.R.I.**
...Puis de l'hydrogène décarboné c'est-à-dire produit à partir d'électricité propre
- Augmenter la part de ferrailles utilisées (augmenter la récupération de ferrailles en Europe, dans le Monde)
- → **fiche en cours**

Production d'acier avec de l'HYDROGENE



On transforme les haut-fourneaux / pour obtenir directement du fer « spongieux », puis de l'acier

05/04/2024

Émissions de gaz à effet de serre – phase de production, module A1-A3

- Acier primaire : env. 2,2-2,6 tCO₂e/t d'acier
- Acier électrique : environ 1,6 (poutrelle)
- Acier obtenu à 100% ferrailles + énergie renouvelable : environ 0,3 – 0,5 pour les produits longs ; 0,9 pour les 1^{ères} plaques

2-L'optimisation dans la conception

- Très longue **durabilité** des structures en **acier** (ponts, bâtiments), grâce à la galvanisation et la protection anti-corrosion (structures visibles, d'entretien aisé, remises en peintures, etc...)
- Nuance d'acier ↔ réduction de la quantité d'acier
 - **recours aux aciers HLE** – à haute limite d'élasticité, pour diminuer l'épaisseur (donc le poids, donc les émissions GES)
ex: aujourd'hui acier courant S355,
→ utilisation accrue de **S460** (disponibilité OK ! et même **S500**) – **fiche prête**
 - utilisation **aciers autopatinables W** : ils ne demandent aucune (re)mise en peinture (**fiche en cours**)
 - utilisation de **HLE + W** ;
 - utilisation de **poutres hybrides (355/460)**
- Conception optimale : préfabrication, démontabilité, évolutivité
Conception de ponts (semi-) intégraux – **fiche en cours**
- **Mixité** des matériaux : l'acier se mixe avec le béton, avec le bois, avec le verre



Viaduc de Millau

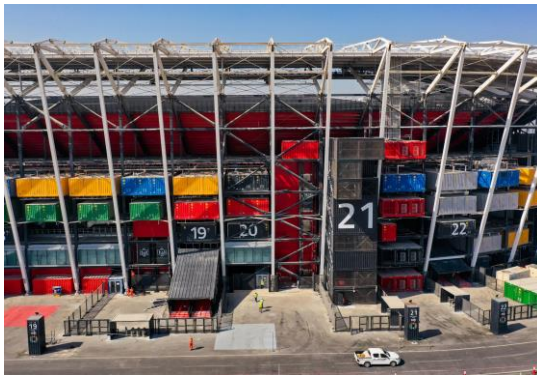
- Réduire le gaz, le soudage
- Aciers plus faciles à souder, à assembler
- Optimiser la technique de soudage

3-La vie en œuvre

- Réversibilité, **flexibilité**, et surélévation des **bâtiments**
L'acier est LE matériau de la réhabilitation
- **Élargissement**, agrandissement **d'ouvrages d'art** –
adaptation à de nouvelles contraintes (pont sur le Tage à
Lisbonne)
- Pont à tabliers séparés : maintenance optimale (pas de
bouchons)
- Exemples de stades démontables ou reconfigurables
(J.O. Londres, Paris, stade Qatar)



Passerelle d'Olivet



Stade 974 Qatar

Viaduc de Guerville



4-Recyclage et réemploi

Un cycle de vie en boucle fermée

- L'acier n'est jamais un déchet : il est sa propre matière première.
Tri, récupération, recyclage
...et réemploi
Les produits acier dans la construction : recyclés de 85 à 90% (99% dans l'automobile)
- L'acier **se recycle** en boucle fermée : pour refaire de l'acier (contenu recyclé 40% en Europe) – module D de l'ACV



Déconstruction propre Cela existe depuis longtemps!



*Démontage du pont de
Hammer à Düsseldorf*



*Démontage du pont ferroviaire
de Pontoise (1861 – 1999)*

Réemploi : Déplacé ailleurs et sans modification

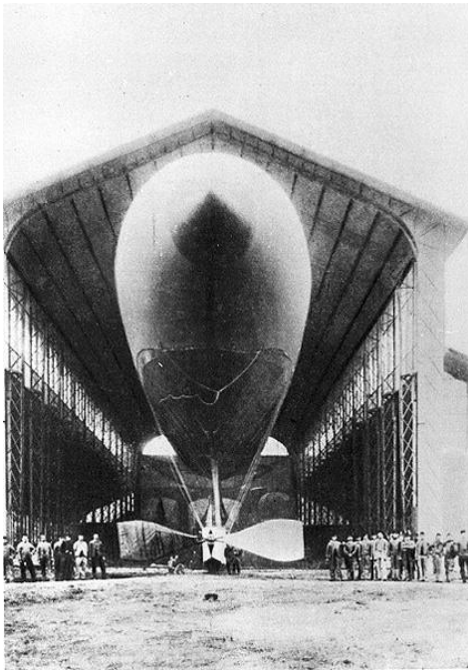


Sources : <http://paris1900.lartnouveau.com>



*Pavillon Baltard (ex- Pavillon n°8 des halles de Paris)
Nogent-sur-Marne, 1976*

Déplacé ailleurs et avec modifications

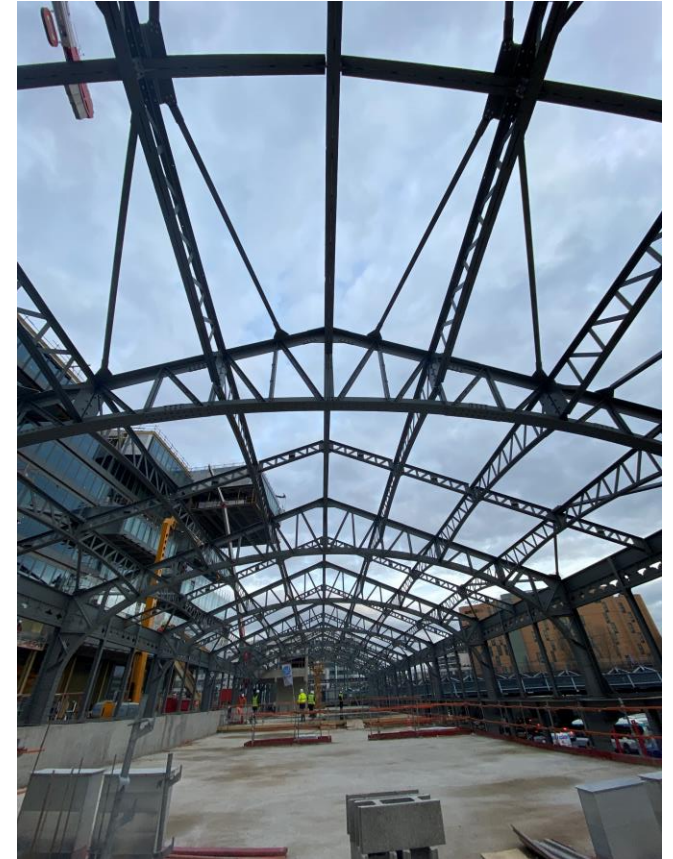


Source : P. Bonnaud



*Hangar Y à Meudon :
déménagement 1880 et rehausse des poteaux*

Et aujourd'hui...



Immeuble Bridge – Siège Orange, Issy les Moulineaux, 2021, Viguier Architecture

Passerelle de Franc-Moisin



*Pont tournant vétuste – volonté de Plaine Commune de la transformer en passerelle... Pour les JOP Paris 2024
Réemploi du pont pour respecter l'environnement!*

Plus d'infos prochainement (conférence 15 mai, visite en juin 2024)

Réemploi de ponts militaires ou Unibridge



Ponts Unibridge® développés par Matière : <https://www.matiere-tp.com/fr/produit/unibridge/>

- Rejoignez-nous à l'AFGC et au sein du Groupe de travail Eco-Conception des OA en acier (et mixte).
- Dossier dans la revue Matières de ConstruireAcier :
<https://www.construiracier.fr/magazine-matieres/>