

III. Les principaux matériaux

De manière générale, dans une construction métallique la structure est en acier, alors que la vêtiture et le vêlage sont en aluminium.

III.1. L'acier

L'acier est un alliage à base de fer additionné d'un faible pourcentage de carbone (de 0,050% à environ 2,10% en masse) et d'autres éléments en faible quantité (des impuretés et des introductions volontaires, comme le silicium ou le nickel, ajustables en fonction du résultat recherché).

Acier = Fer + Carbone + Autres éléments

La teneur en Ca est importante

% Ca < 0,050 => alliage malléable, on parle de **FER**

% Ca > 2,10 => structure fragilisée, on parle de **FONTE**

$0,050 \leq \% \text{ Ca} \leq 2,10$ => plus le pourcentage en Ca augmente, plus la résistance mécanique et la dureté de l'alliage augmentent

Concernant la soudabilité de l'acier, il est à noter que cette dernière augmente avec la baisse du pourcentage en Ca. Il faut donc trouver le juste milieu.

III.1.1. Ses Intérêts

- Valeurs élevées dans les propriétés mécaniques fondamentales :
 - Résistance aux efforts : module d'élasticité, limite élastique, résistance mécanique
 - Dureté
 - Résistance aux chocs (résilience)
- Très bonne ductilité : capable de subir une déformation importante avant de se rompre sans dégradation dans sa constitution, sans détérioration de sa résistance et de sa rigidité.
- Résistance aux efforts alternés : se déforme de manière semblable en compression et en traction.
- Tenue en fatigue : supporte un grand nombre de cycles et de charges avant rupture.
- Coût d'élaboration plutôt modéré car le minerai de fer est très abondant sur terre (environ 5% de l'écorce) et sa transformation en alliage est assez simple.
- Fort potentiel de recyclage.

III.1.2. Ses inconvénients

- Mauvaise résistance à la corrosion, mais deux manières de palier à cet inconvénient :

1) Traitement de surface :

- **Peinture**
- **Brunissage** : technique de polissage utilisée en finition.
- **Zingage** : traitement de surface entraînant la formation d'un revêtement métallique de zinc. C'est un recouvrement par écrasement de particules de zinc, ou par déposition électrolytique de zinc, ou par projection de zinc fondu.
- **Galvanisation à chaud** : technique de l'industrie de la métallurgie qui est utilisée pour renforcer une pièce d'acier à l'aide de zinc. Elle consiste à revêtir et à lier de l'acier avec du zinc en immergeant l'acier dans un bain de zinc en fusion.

NB : pour qu'une peinture puisse tenir sur du zinc, il est nécessaire de traiter soigneusement la surface au préalable. L'objectif est d'inhiber les réactions chimiques à l'origine de phénomènes de délaminage (pelage des peintures). Pour cela, il faut dépoussiérer et dégraisser la surface, puis appliquer une sous-couche qui servira de support d'accrochage.

2) **Ajout d'éléments inoxydables** :

Acier inoxydable = Fer + Carbone + Chrome + Autres éléments

Carbone => maximum 1,2% en masse (afin d'éviter la formation de carbures)

Chrome => minimum 10,5% en masse

Autres éléments => nickel, molybdène, vanadium qui améliorent la résistance à la corrosion.

Avantages : résistance à la corrosion (grâce au chrome qui va s'oxyder et former une peau protectrice, grande résistance mécanique).

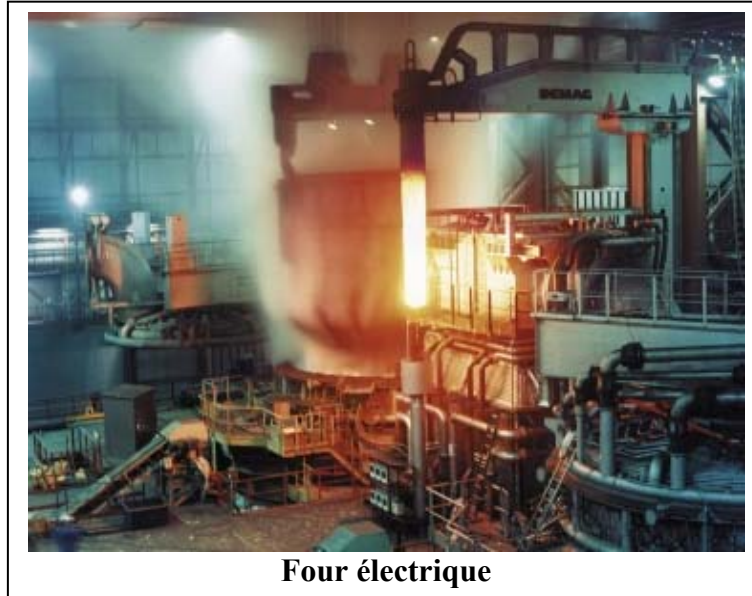
III.1.3. Sa fabrication

- **Matières premières => Acier liquide**

- **Usine d'agglomération** : Au départ, le minerai de fer possède des propriétés chimiques et physiques qui le rendent inexploitable par le haut-fourneau. Il faut donc le préparer par broyage et calibration en grains qui s'agglomèrent entre eux. Le tout est cuit sous hotte à 1300°C. On obtient un aggloméré que l'on va concasser et calibrer.

- **Haut fourneau** : minerai de fer préparé en usine d'agglomération + coke (carbone presque pur doté d'une structure poreuse et résistante à l'écrasement, utilisé ici en tant que réducteur). On extrait le fer de son minerai → le fer se charge en carbone => on obtient de la fonte.

En parallèle, nous avons aussi le **four électrique**, employé pour les aciers longs et les aciers inoxydables. On y utilise de la ferraille recyclée que l'on va fondre à l'aide d'arcs électriques.



Four électrique

- **Convertisseur à oxygène** : convertit la fonte en acier en brûlant les éléments indésirables (carbone en partie et résidus) grâce à l'insufflation d'oxygène pur. On obtient de l'acier liquide que l'on va verser dans une poche.



Convertisseur

- **Mise à nuance** :

Calmage → consomme l'oxygène dissout dans l'acier

Dégazage → décarburation, déshydrogénation

Affinage → ôte les derniers éléments indésirables (phosphore, soufre)

Ajout des éléments d'alliage

- **Mise à température** : mise à la bonne température pour le coulage → 30°C au dessus du liquidus de l'alliage.

▪ **Acier liquide => Demi-produits**

- **Coulée continue** : acier liquide coulé dans une lingotière de forme souhaitée (carrée, rectangulaire ou ronde selon ce que l'on veut fabriquer), puis refroidissement violent à l'eau. On obtient des demi-produits qui vont porter différents noms :

- _ « Brame », pour les produits plats
- _ « Blooms » et « Billettes », pour les produits longs de forme carrée



▪ **Demi-produits => Produits finis**

- **Laminage** : mise en forme des demi-produits sous forme de produits finis. A partir des brames, on va pouvoir obtenir des plaques, des feuilles, des bobines, etc. En utilisant les blooms et les billettes, on obtiendra des poutrelles, des profilés, des rails, des barres, des fils, etc.

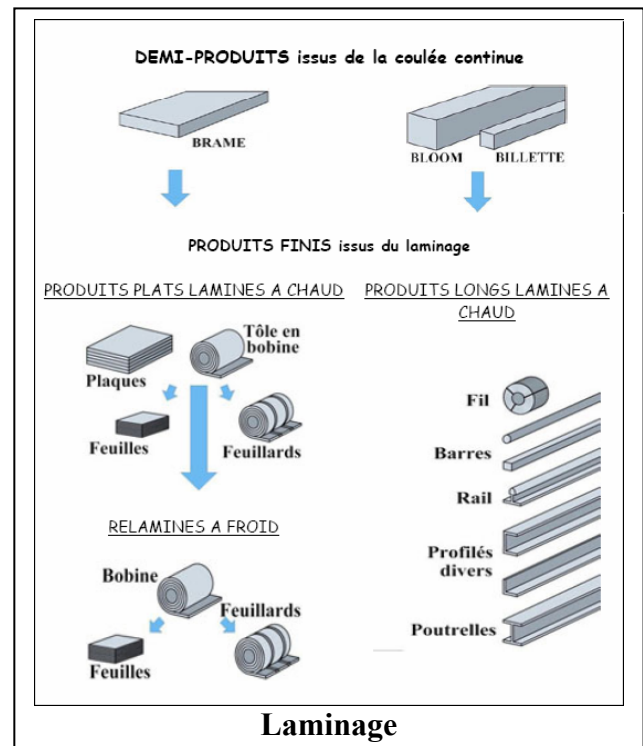
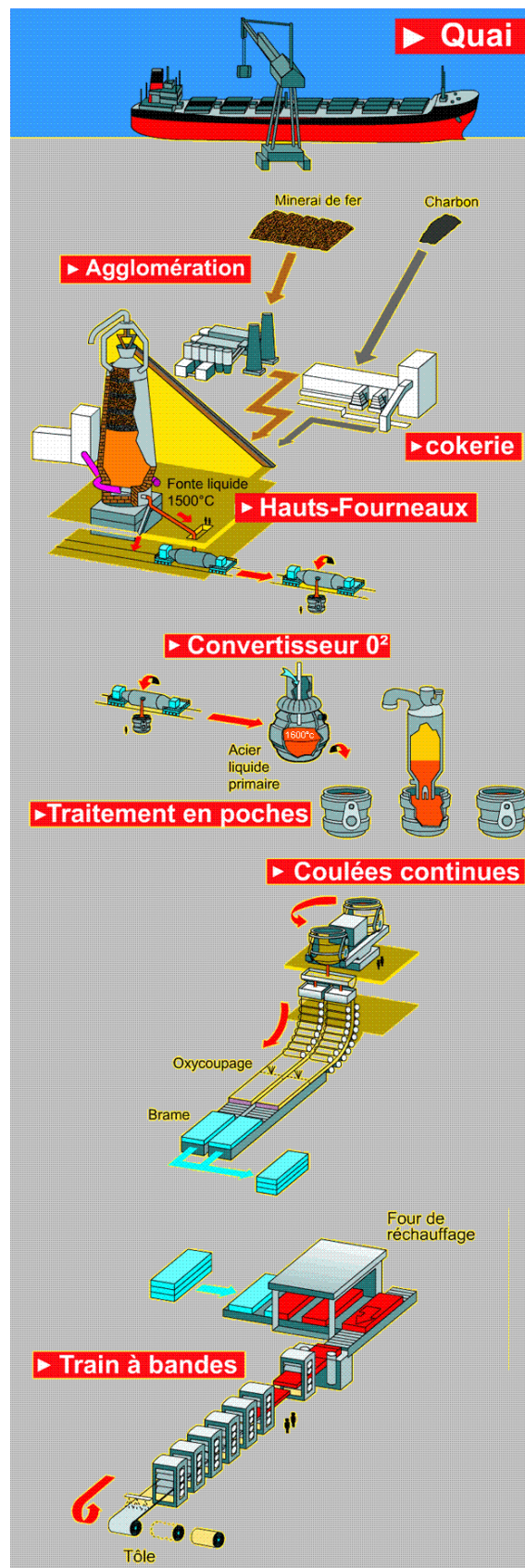


Schéma complet du cycle de fabrication :

III.1.4. Les nuances et les qualités d'acier

- **La nuance** est définie à partir de la valeur de l'une de ses caractéristiques mécaniques de base : la limite d'élasticité.

Ex : aciers doux de nuance S 235

S = indique acier pour utilisations structurelles

235 = valeur minimale de la limite d'élasticité en N/mm^2 (ou MPa)

Le choix de cette nuance se fait en fonction de la conception des assemblages et des conditions de service du bâtiment.

- **La qualité** d'un acier de construction est désignée en fonction de la soudure et des valeurs de résilience et caractéristiques physiques prescrites.

Ex : S 355 J0 G3 ou S 355 ML

- J et K expriment les valeurs de résilience respectivement de 27 joules et 40 joules.

- L, M, N et W expriment certaines caractéristiques physiques :

L = aciers pour basses températures

M = laminage thermomécanique

N = laminage normalisant

W = acier patinable

- la lettre et le numéro suivants indiquent la température à laquelle a été effectué le test de résilience :

R = température de $+23^\circ\text{C}$ ($\pm 5^\circ\text{C}$)

0 = température 0°C

2 = température de -20°C

G3 et G4 = état de fourniture à discrétion du producteur

III.2. L'aluminium

Élément chimique de symbole Al extrait d'un minerai appelé bauxite. C'est un métal argenté.

III.2.1. Ses avantages

- Bonne résistance à l'oxydation
- Oxydable à l'air \rightarrow formation d'une couche protectrice imperméable d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3)
- Faible densité (2,7), environ trois fois plus faible que celle de l'acier
- Métal ductile

III.2.2. Sa Production

On extrait l'alumine (Al_2O_3) de la bauxite :

- 1) La bauxite est traitée par solution de soude
- 2) On obtient de l' $Al(OH)_3$, qui donne de l'alumine par chauffage.
- 3) L'aluminium est extrait par électrolyse.

Il faut 4 à 5 tonnes de bauxite pour extraire 1 tonne d'aluminium.

III.2.3. Son recyclage

Excellente recyclabilité → il suffit de le fondre.

Cela consomme 95% d'énergie en moins que le cycle de production et permet d'économiser 4 à 5 tonnes de bauxite pour chaque tonne d'aluminium traitée.

III.2.4. Le thermo laquage

C'est un traitement de surface qui consiste à appliquer une peinture poudre sur une pièce métallique galvanisée. Il faut ensuite cuire au four ce revêtement.

On utilise ce traitement de surface pour remédier au problème de la simple peinture. En effet, quand on peint une pièce métallique, le traitement ne se fait qu'en surface et pas dans toutes les petites cavités du métal. De ce fait, tous les deux ans environ (durée de garantie de la peinture), des traces de rouille apparaissent et il faut à nouveau peindre la surface.

En utilisant le thermo laquage, on protège le métal en profondeur, ce qui donne une durée de vie supérieure à la peinture (10 ans environ).

Concernant le thermo laquage, il existe un label qui garantit une qualité supérieure au produit : le label **QUALICOAT**.

Le but de ces directives est de fixer les exigences minimales qui doivent être imposées aux installations, aux produits finis et aux matières premières. Ces directives doivent permettre de réaliser des produits thermo laqués de qualité supérieure destinés aux applications architecturales quelle que soit la méthode de thermo laquage utilisée.



Tout traitement ultérieur non prévu dans ces directives peut affecter la qualité d'un produit thermolaqué et engage la responsabilité de celui qui le pratique. Les directives sont à la base de l'octroi et du maintien du label de qualité.

	Thermolaquage QUALICOAT
Pérennité	XXX
Tenue de l'aspect	XXX
Eventail des couleurs	XXXX
Uniformité de la teinte	XXXX
Résistance au frottement	XX
Aspect métallique	XX
Mise en forme N.R.	XX
Facilité d'entretien	XXX
Application aux pièces soudées	XXXX