

# L'ACIER

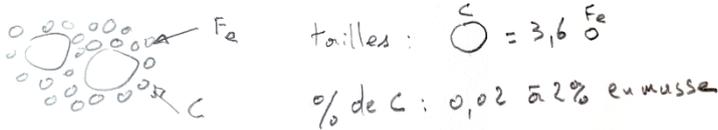
Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_ date : \_\_\_\_\_

Total	/117pts	/20
-------	---------	-----

## Qu'est-ce que l'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

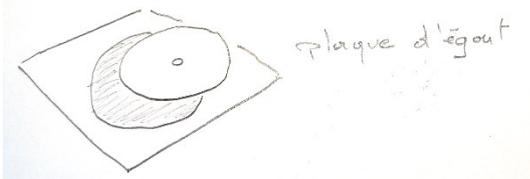
Alliage métallique de fer et d'une proportion de carbone variant entre 0,02 % et 2 % environ.

Acier = Alliage Fer Carbone (Fe + C)



## Qu'est-ce que la fonte ? 0 - 1 - 2 - 3

Alliage métallique de fer et d'une proportion de carbone de 3 à 5% environ.

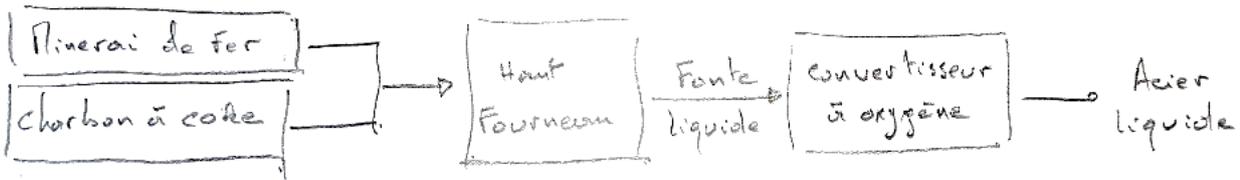


Acier	/	Fonte
Ductile	/	Fragile
Adaptation plastique	/	Rupture

## Quelles sont les deux filières et processus de production de l'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

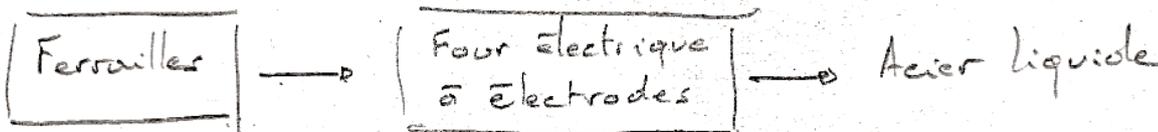
Filière fonte :

haut fourneau - minerai de fer et coke – fonte – convertisseur - Acier sauvage - calmage – oxygène dissous – affinage - purification.



Filière ferraille :

four électrique - acier de récupération (acier de recyclage).

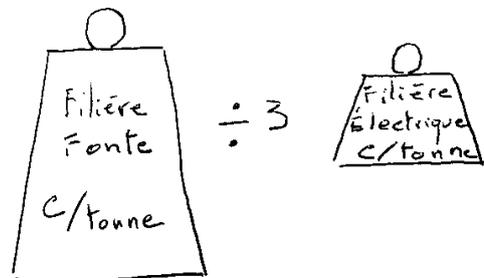


## L'acier de construction : combien de CO2 ? 0 - 1 - 2 - 3

l'ADEME donne un facteur d'émission de :

870kg éq. C/tonne pour l'acier de première fonte (minerais de fer, coke et hauts fourneaux)

300kg éq. C/tonne pour de l'acier totalement recyclé.



On passe du carbone (C) au Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par la formule suivante :

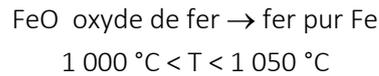
1 kg eq.C =  $(12/44) \times 1 \text{ kg eq.CO}_2$ . Donc du eqC  $\times 44/12 = 3.67 \text{ CO}_2$

Ss Total	/12
----------	-----

### Qu'appelle-t-on Acier vert ? 0 - 1 - 2 - 3

**95 %** de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> grâce à la réduction directe avec de l'hydrogène H<sub>2</sub> et l'utilisation d'énergie verte.

Réduction directe du fer (DRI).



avec de l'hydrogène  
 $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$

avec du charbon (coke)  
 $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

### Quels sont les 4 types d'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

	Constitution	Caractéristiques
Acier au carbone	(0.05 à 2.1% en masse) Non allié - Aspect mat	Sensible à la corrosion
Acier allié	nickel - cuivre - aluminium	Résistance mécanique
Acier pour outils	chrome – molybdène.	Dureté.
Acier inoxydable	chrome > 10,5 %	Résistance à la corrosion

### Quelle est la température de fusion de l'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

1450 °C

### Quelle est la température de laminage de l'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

850 à 1200 °C

### Quelle est la masse volumique de l'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

7800 kg / m<sup>3</sup>

### Pour comparaison, quelle est la masse volumique du béton armé ? 0 - 1 - 2 - 3

2500 kg / m<sup>3</sup>

### Quel est le coefficient de dilatation de l'acier de construction à 20°C ? 0 - 1 - 2 - 3

$\alpha = 11 \times 10^{-6}$  en m/(m\* °C) à 20 °C - Environ  $12 \times 10^{-6}$  °C<sup>-1</sup> à 250 °C

*On pourra retenir comme ordre de grandeur :  $\alpha = 10^{-5}$  par C°*

### Lors d'un incendie, quelle est la température maximale supportable par le casque d'un pompier ?

0 - 1 - 2 - 3

250 °C pendant 30 minutes

### Quel est l'allongement d'une poutre longue de 10 m à cette température ? 0 - 1 - 2 - 3

Allongement = L en mm x  $\Delta T$  en C° x  $\alpha$                        $\Delta T = T_{\text{incendie}} - 20\text{ °C (ambiante)}$

L = 10 x 10<sup>3</sup>mm ;  $\Delta T = 250 - 20$  ;  $\alpha \approx 10^{-5}$

$\Delta L = 104 \times 10^{-5} \times 230 = 23$  mm. Résultat exact avec  $\alpha = 12 \times 10^{-6}$  : 27,6 mm

### Un trou oblong de 18x30 mm pour des boulons de 16 mm peut-il compenser cette dilatation ?

0 - 1 - 2 - 3

oui

**Que signifie MPa pour un acier ? 0 - 1 - 2 - 3**

Méga Pascal soit  $10^6$  Pascal pour laquelle le Pascal est une Unité de pression (force sur surface) en  $N/m^2$  soit  $10^6$  Newton /  $m^2$  ou  $10^6$  Newton /  $10^6 mm^2$  soit encore des  $N/mm^2$ .

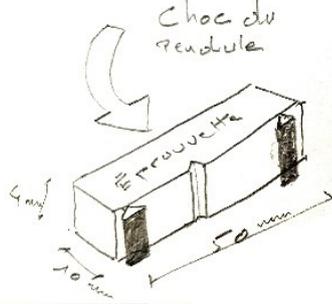
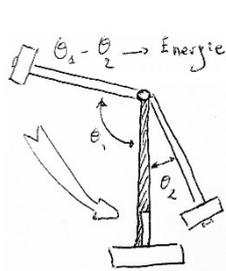
Pour un acier elle désigne une contrainte. On retiendra la conversion  $MPa \Leftrightarrow N/mm^2$

**Quels sont les essais de caractérisation des propriétés d'un acier ?**

**1/ Résilience**

**0 - 1 - 2 - 3**

Essai Charpy - Flexion par choc  
Entaille - éprouvette - Limite de contrainte élastique - Énergie d'impact - Température

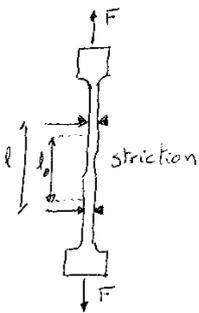


Énergie en Joules  $J \rightarrow 27 \text{ joules}$   
S235 JR ← Températures  
 $20^\circ C \text{ à } -60^\circ C$   
R ou 0 à 6

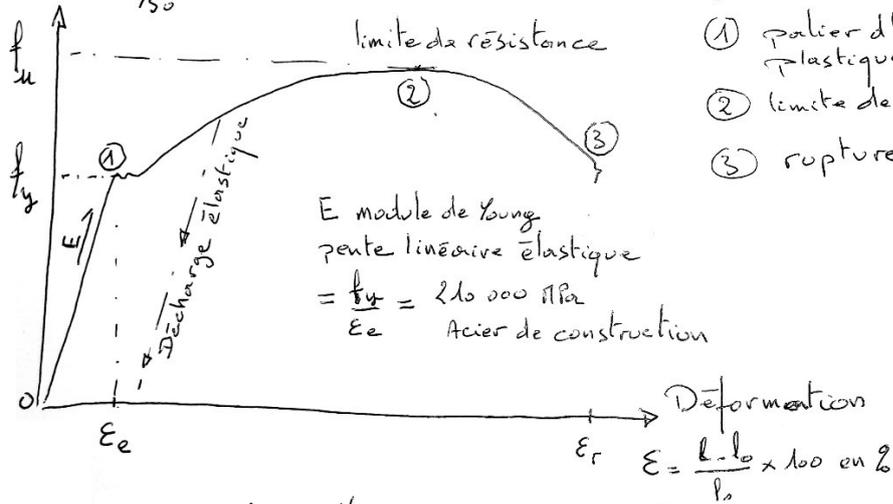
**2/ Essai de traction.**

**0 - 1 - 2 - 3**

Chargement - Éprouvette  
Allongement - Déformation  
Écrouissage ① → ②



Contrainte  $F/S_0$  en MPa



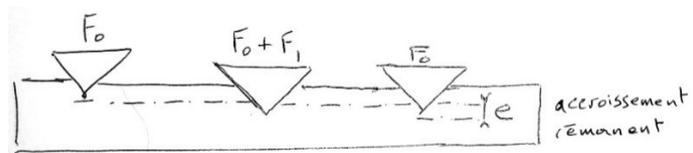
- 0 → ① Domaine élastique linéaire
- ① palier d'adaptation plastique
- ② limite de résistance
- ③ rupture

courbe conventionnelle: Contrainte / Déformation  
Section  $S_0$  de l'éprouvette considérée constante

**3/ Essais de dureté**

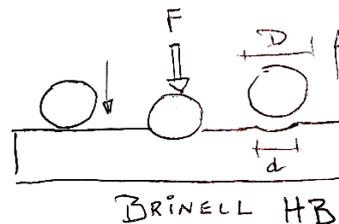
**Essai Rockwell indice HR 0 - 1 - 2 - 3**

Pénétrateur cône diamant  
Différence de profondeur



**Essai Brinell indice HB 0 - 1 - 2 - 3**

Pénétrateur Bille acier  
Dimension empreinte

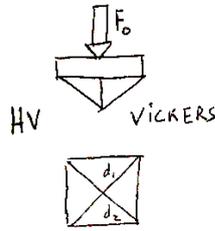


Utilité **0 - 1 - 2 - 3**: par exemple estimer la résistance à la traction de l'acier d'un cordon de soudure. Relation entre résistance à la traction et la dureté Brinell (HB)  $TS \text{ (MPa)} = 3,45 * HB$

Essai Vickers indice HV **0 - 1 - 2 - 3**

Pénétrateur pyramidal

Dimension empreinte



moyenne des longueurs  $d_1$  et  $d_2$

**Que signifie la désignation S355JR pour un acier de construction ? 0 - 1 - 2 - 3**

« S » est l'abréviation de « acier de construction »

« 355 » fait référence à la valeur de limite d'élasticité minimale en MPa, pour l'épaisseur d'acier plat et long épaisseur < 16 mm.

« JR » signifie que la valeur de l'énergie d'impact est d'au moins 27 J à température ambiante (20 °C) pour l'essai de résilience.

**Que signifie la désignation S355JOWP pour un acier ? Quelle est sa caractéristique principale ?**

**0 - 1 - 2 - 3**

Un acier auto-patinable ou acier COR-TEN® d'aspect « rouillé » et de résistance élastique 355Mpa

**Quel est le principe de la galvanisation à chaud ? 0 - 1 - 2 - 3**

Élément en acier → Dégraissage → décapage → fluxage → trempe dans un bain de zinc à 450°C  
Réaction chimique métallurgique de diffusion entre le zinc et l'acier = couche de protection dure.

**Quel est le principe de protection d'un acier galvanisé ? 0 - 1 - 2 - 3**

Pile voltaïque entre l'anode sacrificielle (le zinc) et la cathode (l'acier). Protection cathodique.

**Quels sont les deux composants chimiques qui conditionnent l'aptitude de l'acier à la galvanisation ?**

**0 - 1 - 2 - 3**

Le phosphore (P) et le silicium (Si)

**Quelles sont les 3 catégories d'aciers aptes à la galvanisation ? Selon quels critères ? Pour quelles épaisseurs du revêtement de zinc ? Pour quels aspects ? 0 - 1 - 2 - 3**

Catégories A B et C selon leur teneur en Silicium (Si) et Phosphore (P). Épaisseurs de zinc de 40 à 300 µm.

Catégorie A ou B pour un aspect « fleur de galva ». Catégorie C pour un aspect gris mat (plus de silicium et phosphore).

**Classez ces trois catégories de la meilleure à la moins bonne pour : 0 - 1 - 2 - 3**

- l'adhérence du zinc : A – B – C

- masse et épaisseur du revêtement : C – B - A

# Les familles de produits

## Qu'appelle-t-on des produits plats pour l'acier ? 0 - 1 - 2 - 3

Produits sidérurgiques de section rectangulaire de largeur plus importante que l'épaisseur. Élaborés par laminage à chaud entre 850 à 1200 °C.

Dans la famille des produits longs, qu'appelle-t-on et comment obtient-on :

### Les profilés laminés classiques. 0 - 1 - 2 - 3

Obtenus par laminage à chaud

IPE : I à Profil Européen - IPN : I à Profil Normal -

HEA : Poutrelle européenne à larges ailes

HEB : Poutrelle européenne à larges ailes et semelles épaisses – hauteur = largeur

UPE à Profil Européen - UPN : U à Profil normal - UAP : U à ailes parallèles – ep. ailes = ep. âme

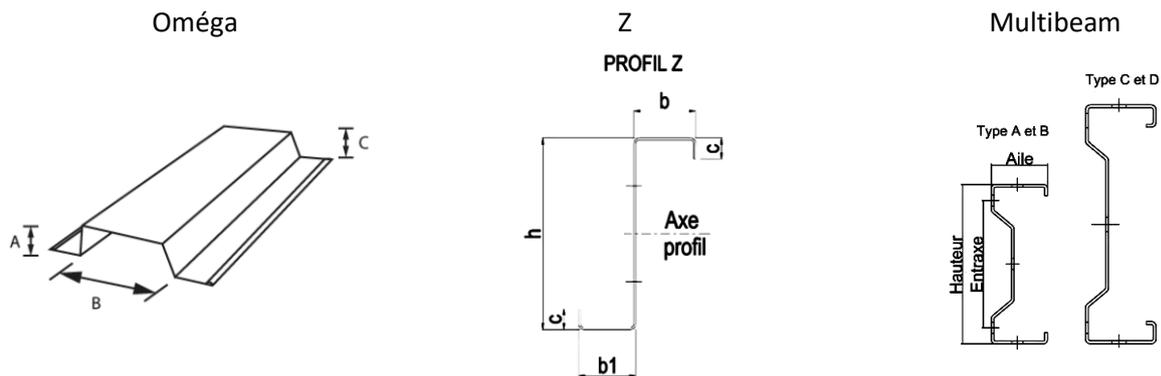
CAE : cornière à ailes égales – CAI : cornière à ailes inégales

T : Fer té

### Les profils minces : 0 - 1 - 2 - 3

Les profils minces sont produits par profilage à froid

, Sigma,



### • Les tôles nervurées 0 - 1 - 2 - 3

Lecture de référence.

Trapeza® 5.180.40T

5 ondes

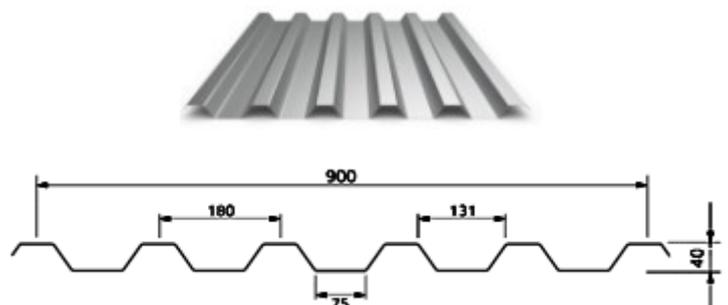
180 largeur en mm

40 profondeur en mm

T profil trapézoïdal

Largeur 900 mm = 5x180

ep. 0,63 à 1 mm

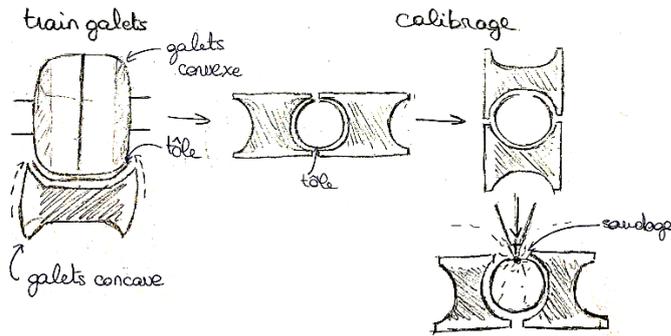


**Les profilés creux 0 - 1 - 2 - 3** : tubes ronds ou rectangulaires, avec ou sans soudure produits par laminage, roulage, pliage, extrusion, étirage.

Illustrations C. LIMBERGERE 2024

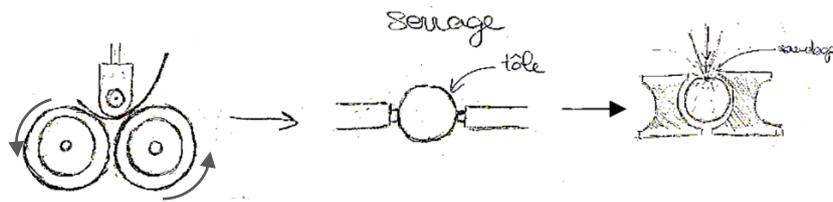
**Profilage**

0 - 1 - 2 - 3



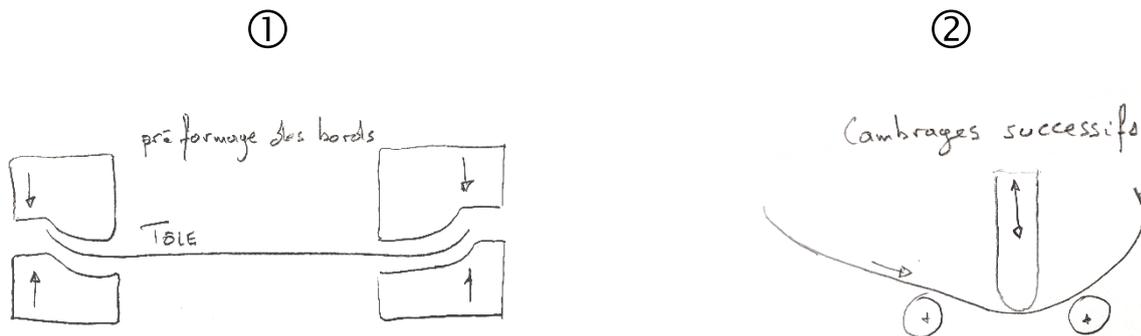
**Roulage**

0 - 1 - 2 - 3

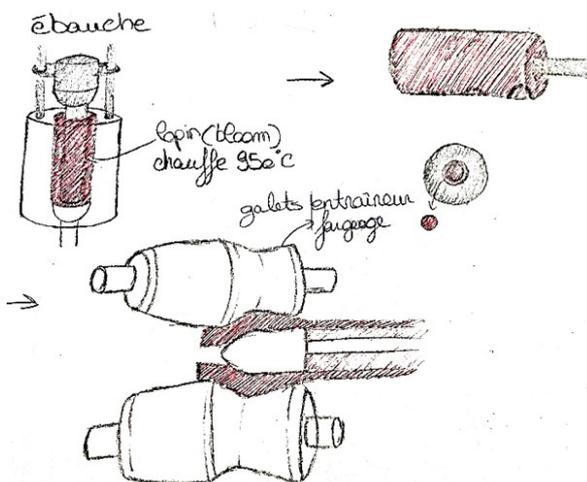


**Pliage / cambrage**

0 - 1 - 2 - 3



**Extrusion 0 - 1 - 2 - 3**



**Étirage 0 - 1 - 2 - 3**

